

Annual Report of the Hungarian

Geophysical Institute "Lorand Eötvös" for 1979

Годовой отчет Венгерского Геофизического Института им. Лоранда Этвеша за 1979 г.

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1979. évi jelentése





A MAGYAR ÁLLAMI EÖTVÖS LORÁND
GEOFIZIKAI INTÉZET

1979. ÉVI JELENTÉSE

ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN GEOPHYSICAL
INSTITUTE "LORAND EÖTVÖS"
FOR 1979

ГODOVOЙ ОТЧЕТ ВЕНГЕРСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА ИМ. ЛОРАНДА ЭТВЕША
ЗА 1979. Г.

Szerkesztő
Sz. Kilényi Éva

ETO(UDC) 550.3(061.6)(439 Budapest)(058)
HU ISSN 0524-8655

Felelős kiadó: Müller Pál
Összeállította: Aczél Etelka
Grafikai szerkesztő: Németh Lajos

TARTALOM

1 FÖLDTANI KUTATÁSOK	11
1.1 Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben	13
1.2 A Velencei-hegység geofizikai előkutatása	18
1.3 A Börzsöny-hegység ércesedésének geofizikai kutatása	26
1.4 Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata	33
1.4.1 A Kisalföld DK-i peremén végzett szeizmikus mérések	33
1.4.2 Szeizmikus reflexiós mérések a Mecsek-hegység DK-i előterében	34
1.4.3 Tellurikus és magnetotellurikus mérések a Balaton-Velencei-tó vonalától D-re	35
1.5 Vízkutatás	38
1.5.1 Karszt- és termálvízkutatás	38
1.5.2 A Maros hordalékkúp geofizikai kutatása	38
1.6 A Mecsek-hegység szerkezeti elemeinek geofizikai kutatása	41
1.6.1 Szeizmikus mérések az ÉK-i Mecsek feketeköszén-kutatási területén	41
1.6.2 Szeizmikus mérések a Peterd-1 fúrás körzetében	41
2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS	43
2.1 Szeizmikus módszer- és műszerkutatás	45
Vibroszeiz mérések a hortobágyi „néma zóna” területén; az expedíciós ESz-1010 rendszer alkalmazásba vétele; sebességeloszlás meghatározása a földkéreg- és felső-köpeny-kutató szelvényben; ESz-1035 típusú számítógép felállítása	
2.2 Geoelektromos módszer- és műszerkutatások	52
GP-4 nagy teljesítményű gerjesztett potenciálmérő műszer; automatizált adatfeldolgozás (Kutatás Irányítási Rendszer); SE-77 multifrekvenciás térképezés; matematikai modellezés; archeológiai célú geofizikai mérések	
2.3 Mélyfúrási geofizikai módszer- és műszerkutatás	66
nukleáris módszer- és műszerfejlesztés: lyukbősségmérő szonda, gamma-gamma mérőrendszer tervezése; röntgenradiometrikus műszerfejlesztés; elektromos karotázs berendezések és eljárások fejlesztése: fókuszált áramterű ellenállásmérő berendezés, 4FV40 indukciós mérőrendszer; terepi módszerfejlesztés: szuszceptibilitás mérések, érces zónák kutatása, GP szelvényezés vízkutató fúrásokban; adatfeldolgozás automatizálása; vízkutató fúrások kvantitatív értelmezése; timföldgyárak folyamat-szabályozása	
3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK	79
a földmágneses tér vizsgálata; ionoszféra-magnetoszféra kutatás; gravitációs árapály megfigyelések; paleomágneses vizsgálatok; geodéziai gravimetria	
FÜGGELÉK	91
külföldi mérések; könyvtári szolgálat; kiadványok	
Annual Report of the Hungarian Geophysical Institute “Lorand Eötvös” for 1979 ...	95
Годовой отчет венгерского геофизического института им. Лоранда Эötvöша за 1979. г.	135

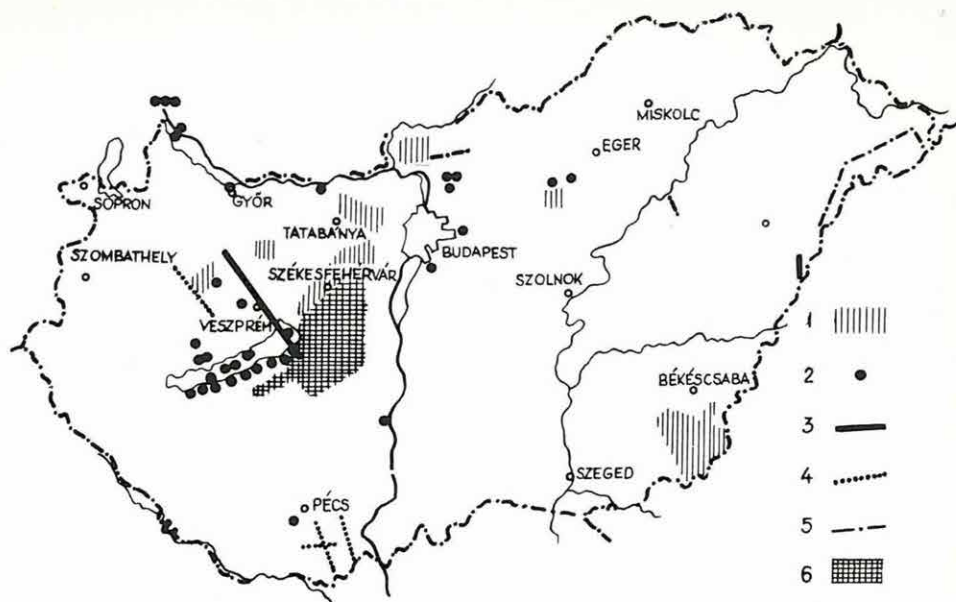
CONTENTS

1	GEOPHYSICAL PROSPECTING	97
2	METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH	105
2.1	Seismic	107
	VIBROSEIS measurements on the Hortobágy silent zone; approbation and practical application of ES-1010 computer based expedition centre; determination of velocity distribution in the earth's crust and upper mantle; installation of computer ES-1035	
2.2	Geoelectric	111
	GP-4 high performance induced polarization instrument; automatic data processing (Exploration Information System); SE-77 multifrequency mapping; mathematical modelling; archeo-geophysical measurements	
2.3	Well logging	118
	Developing nuclear apparatus and methodology: caliper sonde, design of gamma-gamma measuring systems X-ray radiometric instrument development; developing electric logging apparatus and methods: focused resistivity logging, induction logging system 4FV40; methodology of exploration: susceptibility logging, ore exploration, IP logging in water wells; automatic data processing; production control of alum earth plants	
3	EARTH'S PHYSICS RESEARCH	123
	magnetic variations; ionospheric—magnetospheric research; study of the tidal phenomena; paleomagnetic investigations; geodetic gravimetry	
	MISCELLANEOUS	131
	activities abroad; library; publications	

СОДЕРЖАНИЕ

1	ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ	137
2	ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ	147
2.1	Сейсморазведка	149
	Вибросейсмические исследования в районе Хортобадьской „немой зоны“; Внедрение экспедиционной системы ЕС-1010; Определение распределения скоростей по профилю глубинного сейсмического зондирования земной коры и верхней мантии; Установка ЭВМ типа ЕС-1035	
2.2.	Электроразведка	154
	Аппаратура для измерения возбужденной поляризации типа GP-4; Автоматизированная обработка данных (Система Управления Разведкой); Многочастотная электрическая съемка с использованием аппаратуры типа SE-77; Математическое моделирование; Геофизические исследования для археологических целей	
2.3	Промысловая геофизика	163
	Разработка методов и аппаратуры радиоактивного каротажа: разработка кавернометрического зонда и системы ГГК; Разработка рентгенорадиометрической аппаратуры; Разработка устройств и методов электрического каротажа: устройство для измерения сопротивлений с фокусированным полем тока, индукционная измерительная система типа 4FV40; Разработка полевой методики: измерение восприимчивости, изучение рудоносных зон, работы по методу ВП в водоисковых скважинах; Автоматизация обработки данных; количественная интерпретация данных, получаемых в водоисковых скважинах; Регулирование процессов производства глинозема	
3	ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ	169
	Изучение магнитного поля Земли; Исследование ионосферы-магнитосферы; Наблюдения над гравитационными земными приливами; Палеомагнитные исследования; Геодезическая гравиметрия	
	ДОПОЛНЕНИЕ	177
	Геофизические работы за-границей; Работа библиотеки; Публикации	

1 FÖLDTANI KUTATÁSOK



1. ábra. Az ELGI terepi kutatásai

- 1 – ásványi nyersanyagok komplex kutatása;
- 2 – mérnökgeofizikai és vízföldtani kutatások;
- 3 – földkéreg- és litoszféra-kutatás;
- 4 – szeizmikus kutatás;
- 5 – geoelektromos szelvénymenti mérés;
- 6 – geoelektromos területi mérés

Fig. 1. Field work 1979

- 1 – integrated prospecting for minerals;
- 2 – hydrogeological and civil-engineering projects;
- 3 – crustal and lithospheric investigation;
- 4 – seismic survey;
- 5 – geoelectric profiles;
- 6 – geoelectric network

Рис. 1. План полевых работ ЭЛГИ

- 1 – комплексная разведка месторождений полезных ископаемых;
- 2 – инженерно-геофизические и гидрогеологические работы;
- 3 – исследование земной коры и литосферы;
- 4 – сейморазведочные работы;
- 5 – электроразведочная профильная съемка;
- 6 – электроразведочная площадная съемка

1.1 KOMPLEX GEOFIZIKAI KUTATÁS A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉGBEN*

A Dunántúli-középhegységben a Központi Földtani Hivatal és a Bauxitkutató Vállalat megbízásából, összehangolt program szerint folytattuk a rendszeres geofizikai méréseket. A hegység peremén, előterében, belső medencéiben, sőt a mezozoos kibúvások területén is ma már jelentős azoknak az összefüggő területeknek a nagysága, ahol méréseket végeztünk, és ezt követően fúrásos kutatás történt.

A 2. ábrán a mélységtérkép a mezozoos (vagy ennek hiányában a paleozoos) medencealjzat domborzatát ábrázolja. Összeállításához az összes rendelkezésre álló geofizikai mérés (1979. évig bezárólag) és mélyfúrás eredményeit felhasználtuk. Az 500 000-es méretarányú mélységtérkép gerincét az azonos nyomvonalon mért szeizmikus refrakciós és geoelektromos szelvények képezik, de 1972-től kezdve egyre fontosabb szerep jut a többszörös fedésű reflexiós méréseknek, valamint a különböző geoelektromos térképező eljárásoknak (PM, FFG, VLF stb.) is. A vibrátoros rengéskeltéssel végzett reflexiós méréseket 1977-től, az elektromágneses térképezést és a multifrekvenciás szelvényezést 1978-tól alkalmazzuk a Dunántúli-középhegység területén. A mélységtérképen külön feltüntetettük az 1979-ben végzett mérések területét. A Központi Földtani Hivatal megbízásából 3 nagyobb, a Bauxitkutató Vállalat megbízásából 6 kisebb területen végeztünk méréseket.

A mérések legnagyobb részét a geofizikai felderítő mérések tették ki. Ezek közül barnakőszén-kutatási céllal:

1. A Gerecse hegység K-i előterében (Zsámbék és Tarján környékén) és
2. a magyarpolányi magasrög környékén;

bauxitkutatói céllal:

3. az É-Bakonyban Bakonyoszlop–Csesznek között, valamint Fenyőfő környékén,

4. a Bakony Ny-i peremén Sármás területén,

5. Iharkúttól D-re és

6. a Vértes hegységben, Gánttól ÉNy-ra

végeztünk méréseket.

* *Hoffer E., Kakas K., Majkuth T., Rezessy G., Tóth Cs.*

Előkészítő-geofizikai méréseket

7. Nádasladány–Füle–Csősz–Szabadbattyán községek határolta területen végeztünk gravitációs hálózatkiegészítéssel.

Részletes mérésekre

8. Bakonyoszloptól D-re (FFG, VLF, TURAM) és

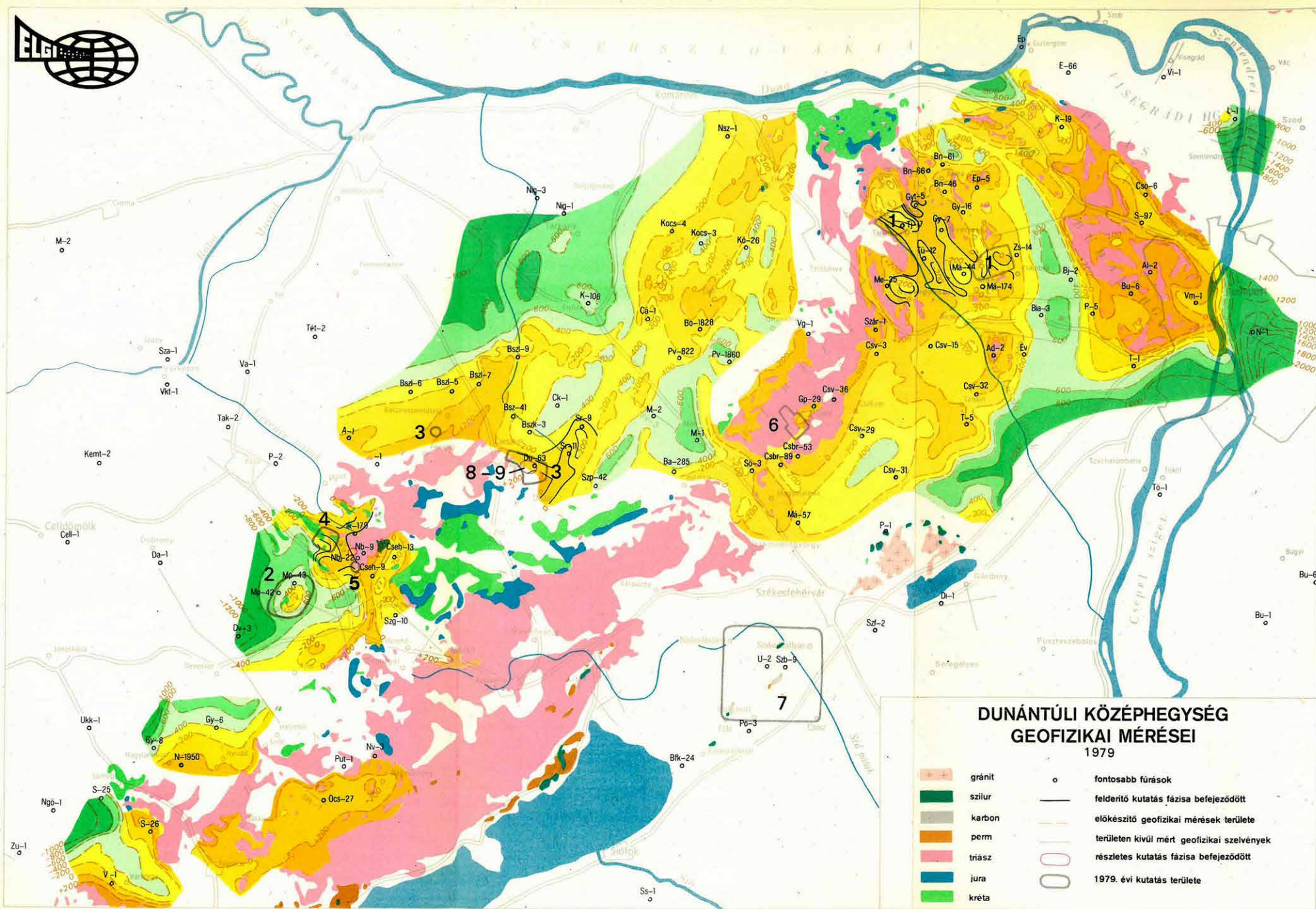
9. Dudar környékén (FFG)

került sor.

A KFH megbízásából kísérleti méréseket is végeztünk újszerű földtani feladatok megoldására. Elektromágneses módszerfejlesztési tevékenységünk elsődleges célja olyan geofizikai módszerek bevezetése volt a hazai bauxit- és barnakőszén-kutatásban, amelyek a hagyományos geoelektromos módszerekhez képest értékesebb földtani információkat szolgáltatnak. Kísérleti méréseket végeztünk továbbá a fúrás–fúrás közötti „átvilágító” módszer kialakítására. Itt mindkét gerjesztő elektródát egy-egy fúrásba helyezve a felszínen végezzük a méréseket (Belsőgerjesztéses Felszíni Gradienstérképezés, BFG).

Az 1979. évi mérések volumene 1978-hoz viszonyítva 10%-kal növekedett. A komplex geofizikai mérések keretében a korábbi évekhez viszonyítva jelentősen nőtt – a konkrét nyersanyagkutatási feladatnak megfelelően – a nagyobb felbontást biztosító reflexiós mérések aránya. A refrakciós és a különböző geoelektromos és elektromágneses méréseket a reflexiós szelvények megalapozására, vagy egy-egy, az illető módszernek kedvező feladat megoldására végeztük. Összességében 107 km komplex geofizikai (szeizmikus refrakciós-geoelektromos) szelvényvonal kiértékelését készítettük el, ebből 44 km az új mérés, a többi a régi mérési anyag többszöri újraértékelése. A komplex szelvények mentén, valamint a potenciáltérképezések további értékeléséhez 742 SE és 170 KSZ mennyiségben végeztünk geoelektromos szondázást. Ezenkívül 105 km többszörös fedésű reflexiós szelvényt mértünk; 2115 gravitációs állomáson, 15277 PM, 16085 FFG, 7989 VLF, illetve 4667 elektromágneses szelvényezési ponton végeztünk méréseket.

A Gerecse keleti területén, az eocén programhoz kapcsolódva a geofizikai mérések megfelelő ütemezésével és a feldolgozási munkák gyorsításával és részbeni automatizálásával tovább fejlesztettük az 1978. Évi Jelentésben ismertetett újszerű fúrástelepítési rendszert. A területen 1979-ben 75 fúrás mélyült 23 600 fm összhosszban. A fúrások 32%-a (24 fúrás) harántolt ipari minőségű és vastagságú szenet, 12%-a (9 fúrás) ennél gyengébb minőségű „földtani értékű” szénréteget tárt fel. A fúrások 20%-a (15 db) jelzett bauxitot, ezek közül 7% (5 db) ipari minőségben. A Mátyás K–zsámbéki barnakőszén területén – a kutatás előrehaladásának arányában – még kedvezőbb a produktív fúrások aránya: 28 fúrás közül 50% (14 fúrás) harántolt ipari szénréteget, 11% (3 db) pedig földtani értékű összletet.



**DUNÁNTÚLI KÖZÉPHEGYSÉG
GEOFIZIKAI MÉRÉSEI
1979**

- | | | | |
|--|--------|--|--|
| | gránit | | fontosabb fúrások |
| | szilur | | feldöntő kutatás fázisa befejeződött |
| | karbon | | előkészítő geofizikai mérések területe |
| | perm | | területen kívül mért geofizikai szelvények |
| | triász | | részletes kutatás fázisa befejeződött |
| | jura | | |
| | kréta | | 1979. évi kutatás területe |

2. ábra. A Dunántúli-középhegységben végzett geofizikai mérések területei (1966–1979), M=1:500 000

A térkép feltünteti az 1979. évi mérési területeket (szürke keret, számmal). A triász időszaki medencealjzat domborzati térképe jelzi a geofizikailag felmért területeket

Fig. 2. Location map of geophysical investigations in the Transdanubian Central Range (1966–1979), 1:500,000

The surveyed regions are marked by the contour map of the Triassic basement

1 – granite; 2 – Silurian; 3 – Carboniferous; 4 – Permian; 5 – Triassic; 6 – Jurassic; 7 – Cretaceous; 8 – boreholes of importance; 9 – mapping of scale of 1:25,000 completed; 10 – mapping of scale of 1:10,000; 11 – geophysical profiles beyond areal projects; 12 – detailed mapping (scale of 1:5,000–1:2,000) completed; 13 – location of 1979 investigations

Рис. 2. Районы геофизической съемки, проведенной в области Задунайского среднегорья (1966–1979 гг.), Масштаб – 1 : 500 000

На карте указаны районы работ 1979 г. (рама серого цвета с номером). Карта рельефа триасового основания указывает на геофизически заснятые участки

1 – граниты; 2 – силур; 3 – карбон; 4 – пермь; 5 – триас; 6 – юра; 7 – мел; 8 – основные скважины; 9 – фаза поисковых буровых работ закончена; 10 – районы подготовительных геофизических работ; 11 – геофизические профили, проведенные вне данного района; 12 – участки с завершенной фазой детальной разведки; 13 – район работ 1979 г.

A Bauxitkutató Vállalat Gánt környékén 198 fúrást, Bakonyoszlop körzetében 204 fúrást, az iharkúti területen 397 fúrást és Fenyőfőnél 5 fúrást, összesen 804 bauxitkutató fúrást telepített. Ezek közül a geofizikai mérések eredményeit felhasználva 151 fúrás telepítésében működünk közre, amelyek közül 28 fúrás (18%) harántolt műrevaló bauxitot és 35 fúrásban (23%) bauxitindikáció volt. Ezeknek a fúrásoknak zöme a bakonyoszlopi és az iharkúti bauxitkutatási területen mélyült. A lemélyített összfolyméter: 13 062 m.

Az 1979. évi geofizikai mérések közvetlenül kapcsolódnak a Dunántúli-középhegység kiemelt fontosságú ipari nyersanyagkutatásaihoz. Ennek során a Gerecse-hegység K-i előterében körülhatároltuk az előző években kimutatott Mátyás K-zsámbéki új barnaköszénmezőt. Bakonyoszlop és Iharkút környékén folytattuk a korábbi évek eredményes bauxitkutatását. Mindkét területen a geofizika megelőzte, majd szorosan kapcsolódott a fúrások telepítéséhez. A KFH és a Magyar Szénbányászati Tröszt, illetve a Magyar Alumíniumipari Tröszt és a Bauxitkutató Vállalat geológiai-bányászati szervezeteivel az ELGI-nek szoros, a fejlődést elősegítő kapcsolatai alakultak ki, amelynek gazdasági hatékonysága 1979-ben már érezhetővé vált.

Barnaköszén-kutatás

A Gerecse-hegység DK-i előterében folyamatban levő komplex kutatást az előző Évi Jelentésben már ismertettük. Vázoltuk a terület nagyszerkezeti viszonyait, az eddigi nyersanyagkutatás történetét, és összefoglaltuk az alkalmazott fúrastelepítési rendszer jellemzőit.

Az 1978. évi felderítő kutatás bizonyította, hogy jelentősebb új szénvagyon van Mátyástól K-re és Zsámbék körzetében, de számottevő a Tarjántól D-re és K-re található készlet is. Ezért 1979-ben ezekre a területekre koncentráltuk a geofizikai kutatást.

A Tarjáni szénmedence DNY-ÉK irányú metszetét az 1978. Évi Jelentés 3A ábrája mutatja. Az akkori adatok alapján feltételezhető volt, hogy a szénrétegek legvastagabb kifejlődésben a DNY-i kibúvások peremi leszakadásánál találhatók. Ezért a Tj-17 fúrás és a kibúvások közötti teraszos leszakadás potenciál-térképezéssel (PM) vizsgáltuk. Ezek a mérések azt mutatták, hogy ez a teraszos szerkezet létezik. Ennek a sávnak ÉNY-i részét mutatja a 3a és 3b ábra. Az a jelű potenciáltérképet dőlésirányú tápvonallal mértük, amellyel jól meghatározhatók a kibúvás peremével párhuzamos csapású vetők. Figyelembe véve az erre merőleges tápvonallal végzett méréseket is, megszerkeszthető a teljes vetőrendszer. A triász időszak medencealjzat domborzati térképét a teljes geofizikai-földtani adatrendszer alapján szerkesztettük (3b ábra). A potenciáltérképezés alapján telepítettük a Tj-31, Tj-33 és Tj-45 számú fúrásokat. A Tj-31 számú fúrás szelvény menti előkészítését a 3c ábrán szemléltettük.

A barnakőszén-kutatás szempontjából két lényeges következtetés vonható le:

- az ipari szénrétegek nem terjednek a kibúvásokat határoló vetőig,
- bár a terasz létezik, mélysége lényegesen meghaladja a 100 m-t.

Ha ezen ipari szén valahol előfordul, az felszíni bányaműveléssel nem érhető el.

A Máty K–zsámbéki szénmedence területén 1979-ben alapvető feladatként a kőszén elterjedését meghatározó és a széntelepet tektonizáló vetők kutatását tekintettük.

A kőszén elterjedésének D-i határaként feltételezhető – Máty É–Zsámbék vonalában húzódó – K–Ny-i irányú fővető (1978. Évi Jelentés 2A ábra) geofizikai leképezését a Zse–77/79 szeizmikus reflexiós mélységshelvényen mutatjuk be (4. ábra). A shelvény É–D-i irányban merőlegesen halad a vetőre. Az időshelvényen az említett fővető erős diffrakciója és jól látható elvetési magassága figyelhető meg. Az itt bemutatott mélységshelvényen migráció hatására a diffrakciós hullám eltűnt, és egyértelműen kijelölhető a vető felső éle és a vető síkjának shelvénybe eső metszeshelvénye. E shelvény alapján a még levetett szárnyra telepített Má–206-os fúrás produktív volt, a felvetett szárnyra telepített fúrás viszont meddő, itt az eocén összlet is hiányzik.

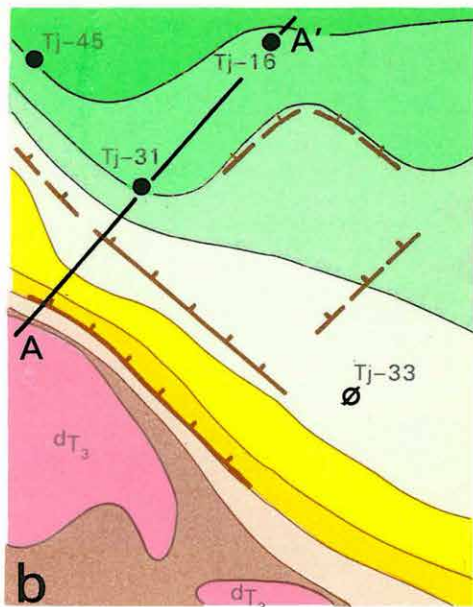
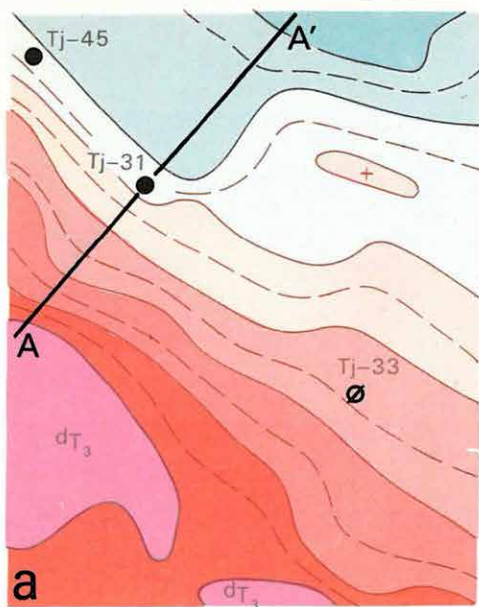
A shelvény egyben példa a széntelepet tektonizáló kis elvetési magasságú vetők kimutatási lehetőségére is. A shelvény kezdeti szakaszán egy kisebb tektonikai árok van. A korábban telepített Má–174-es fúrás az árkot kitöltő üledékes összletet harántolta.

A 2.2 „Geoelektromos módszertani kutatás” fejezetben ismertetjük a HP–9845S terepi számítógépen megvalósított „Kutatás Irányítási Rendszert”. Kidolgozása azért vált szükségessé, mert egy-egy terület komplex kutatása során a folyamatosan érkező fúrási és geofizikai adatok – idő hiányában – manuálisan már nem voltak összeszerkeszthetők. Bár a geofizikai-földtani adatrendszer géprevitale időigényes munka, de naprakész kiegészítése már kevésbé az, és grafikus megjelenítése pedig egyszerű programozói feladat. A számítógépes rendszer gyakorlati alkalmazása a barnakőszén- és bauxitkutatásban 1980-ban valósul meg.

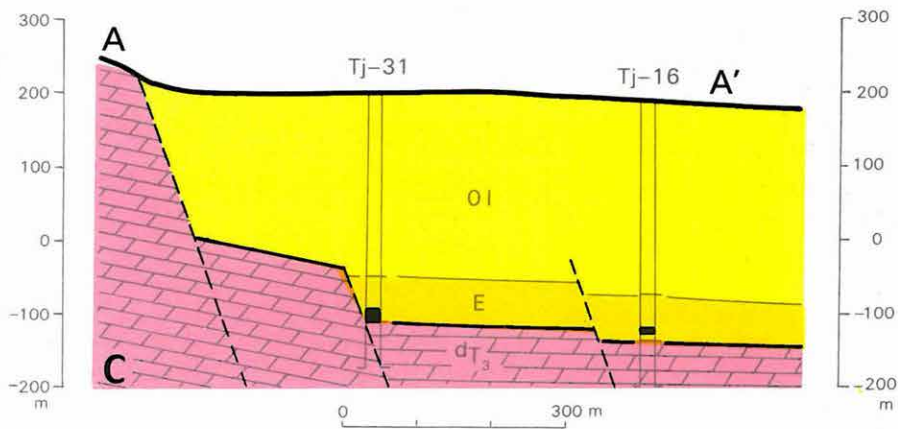
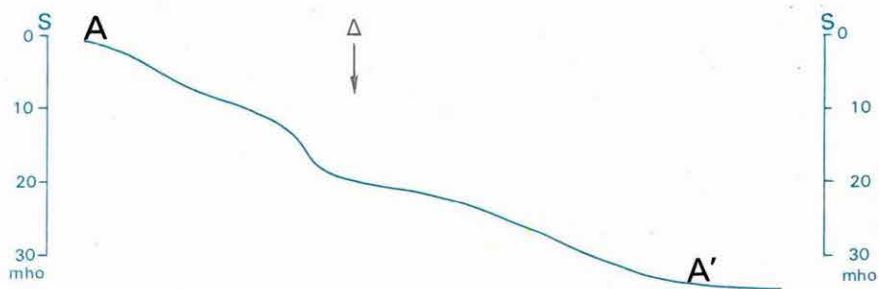
Bauxitkutatás

Az iharkúti bauxitelőfordulás körzetében 1974 óta folyik (a bauxitkutató fúrásokkal együtt) geofizikai mérés. A mérések és a geofizikai értelmezés eredményeiről az 1975-ös és 1978-as Évi Jelentésben már beszámoltunk. 1979-ben a geofizikailag megkutatott terület nagy részét fúrásokkal feltárták, így a kutatás hatékonyságáról már statisztikailag is kezelhető adatok állnak rendelkezésünkre.

0 500 m



1 dT_3 2 ● 3 ∅ 4  5 Δ



3. ábra. Barnakőszén-kutatás a Gerecse DK-i előterében

a – potenciáltérkép

b – a triász időszaki földolomit domborzata

c – A–Á vezetőképesség-anomália és földtani szelvény

1 – triász földolomit; 2 – barnakőszén harántolt fúrás; 3 – meddő fúrás; 4 – vető a triász időszaki képződményekben; 5 – javasolt fúrás

Fig. 3. Brown coal investigation in the SE foreground of the Gerecse Mts

a – potential map

b – topography of Triassic dolomite

c – A–Á profile of conductivity anomaly and geological cross section

1 – Triassic dolomite; 2 – borehole with brown coal; 3 – borehole without coal; 4 – fault in Triassic formations; 5 – suggested borehole

Рис. 3. Разведка на бурые каменные угли в юговосточном передовом прогибе гор Герече

a – карта потенциалов с местами, предлагаемыми для бурения;

b – рельеф главных доломитов триаса;

c – A–А аномалия проводимости и геологический разрез

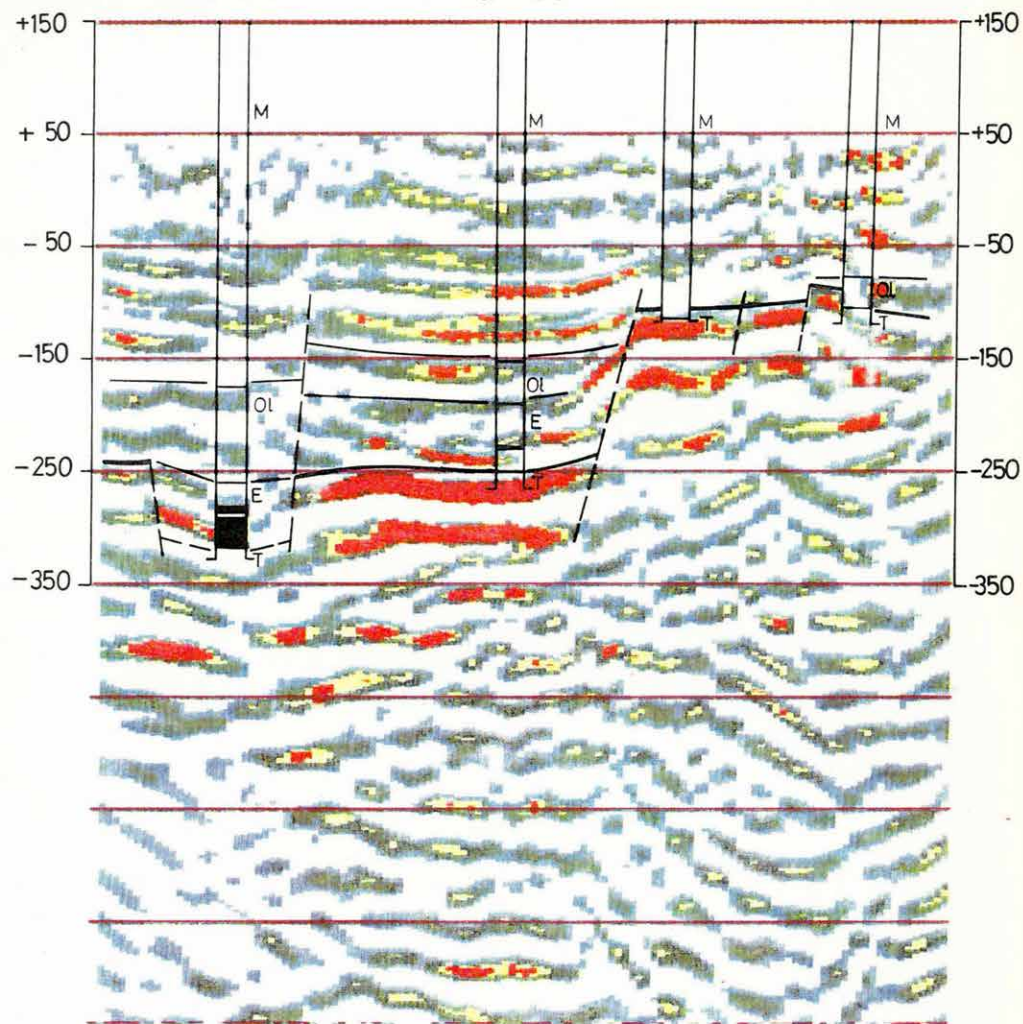
1 – главные доломиты триаса; 2 – скважина, прошедшая бурые угли; 3 – непродуктивная скважина; 4 – сброс в триасовых отложениях; 5 – предлагаемое место для бурения

Ma-174

Ma-206

Ma-220

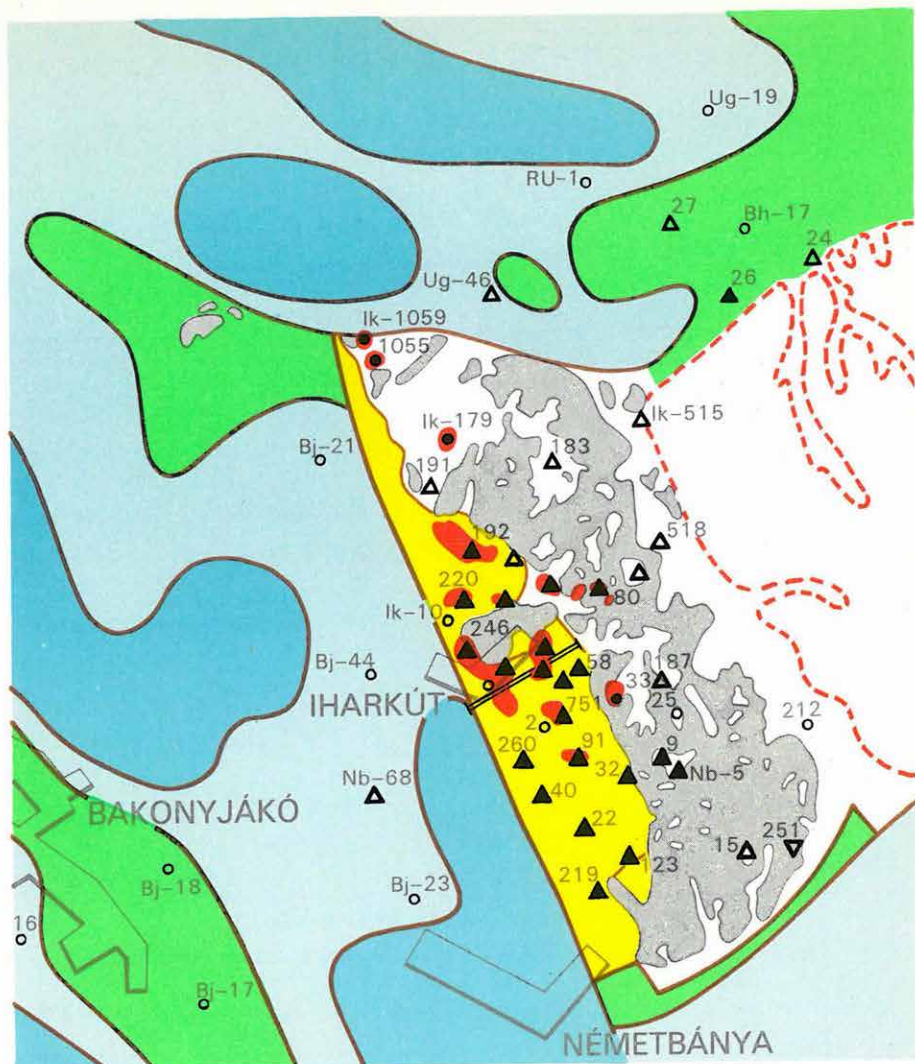
Ma-195



4. ábra. Zse-77/79 szeizmikus reflexiók migrált mélységszelvény amplitúdó nagyság szerinti színezéssel

Fig. 4. Migrated seismic reflection depth section Zse-77/79, coloured according to reflection amplitudes

Рис. 4. Сейсмический глубинный разрез по профилю Zse-77/79 с миграцией, раскрашенный по величинам амплитуд



- 1 meddő terület (bauxitfekü 0–100 m)
- 2 perspektivikus terület (bauxitfekü 10–30 m)
- 3 bizonyítottan produktív terület (bauxitfekü 30–200 m)
- 4 perspektivikus terület (bauxitfekü 30–200 m)
- 5 továbbkutatandó terület (bauxitfekü 200–400 m)
- 6 bauxitfekü > 400 m
- 7 geofizikailag nem vizsgált terület (dolomit a felszínen)
- 8 bauxittelepek
- 9 I–10 geofizikai szelvény
- 10 kutató fúrás (● produktív)
- 11 reménybeli geofizikai anomáliára telepített produktív első fúrás
- 12 reménybeli geofizikai anomáliára telepített nem produktív fúrás

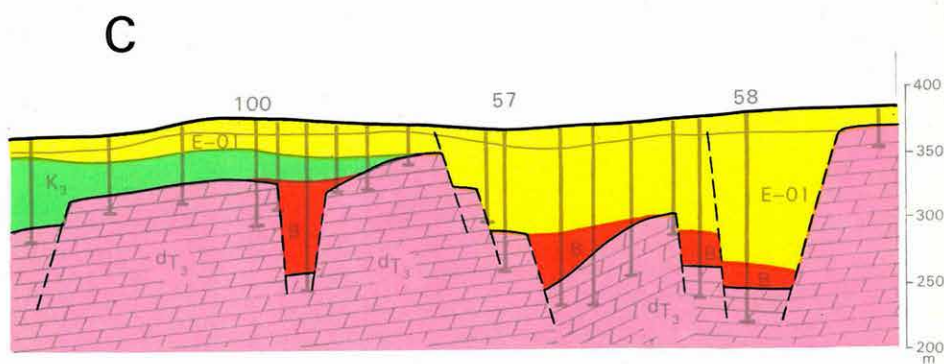
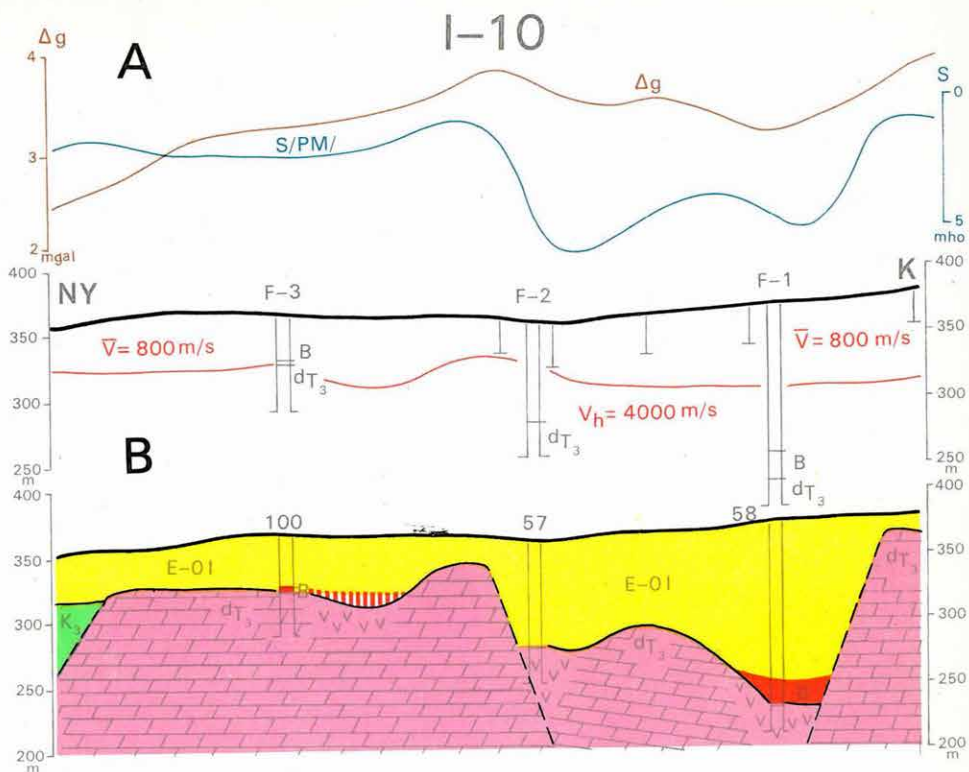
5. ábra. Az iharkúti kutatási terület áttekintő térképe földtani, geofizikai és mélyfúrási eredmények alapján (1980. január 1.)

Fig. 5. Sketch of the Iharkút area of investigation, based on geological, geophysical and drilling data (1, Jan. 1980)

1 – non productive area (depth 0–10 m); 2 – perspective area (depth 10–30 m); 3 – productive area (depth 30–200 m); 4 – perspective area (depth 30–200 m); 5 – area of further geophysical investigations (depth 200–400 m); 6 – depth of bauxite basement >400 m; 7 – non investigated area (dolomite on the surface); 8 – bauxite body; 9 – geophysical profile I–10; 10 – exploration borehole (productive); 11 – first productive borehole, located by geophysics; 12 – non productive borehole, located by geophysics

Рис. 5. Обзорная карта района работ Ихаркут по результатам геологических и геофизических работ и по данным глубокого бурения (1 января 1980 г.)

1 – непродуктивные участки (0–100 м); 2 – перспективные участки (подошва боксита на глубине 10–30 м); 3 – подтвержденные продуктивные участки (подошва боксита на глубинах 30–200 м); 4 – перспективные участки (подошва боксита на глубинах 30–200 м); 5 – участки подвергаемые дополнительной разведке (подошва боксита на 200–400 м); 6 – подошва боксита на глубинах >400 м; 7 – геофизически не изученные участки (доломиты на поверхности); 8 – бокситовые залежи; 9 – геофизический профиль I–10; 10 – разведочная скважина (продуктивная); 11 – первая продуктивная скважина, заложённая на перспективной геофизической аномалии; 12 – непродуктивная скважина, заложённая на перспективной геофизической аномалии



6. ábra. Kutatástörténet az iharkúti I-10 szelvényben

A – geofizikai paraméterek

B – az első 3 fúrás telepítése és földtani értelmezése – 1975

C – fúrásokkal feltárt szelvény – 1979

1 – Bouguer-anomália; 2 – vezetőképesség anomália S(PM); 3 – VES-mélység; 4 – fúrás;
5 – refrakciós határfelület

Fig. 6. Exploration history in profile I-10 of Iharkút

A – geophysical parameters

B – location of the first three boreholes and geological interpretation – 1975

C – cross section according to boreholes – 1979

1 – Bouguer anomaly; 2 – conductivity anomaly- S(PM); 3 – depth determined by VES; 4 – borehole; 5 – refraction horizon

Рис. 6. История разведки по профилю I-10 Ихаркут

A – геофизические параметры

B – заложение первых 3 скважин и их геологическая интерпретация – 1975 г.

C – разрез, выясненный бурением – 1979 г.

1 – аномалии Буге; 2 – аномалии проводимости; 3 – глубины по данным ВЭС; 4 – скважины; 5 – преломляющий горизонт

Vizsgálataink szerint a felszínközeli kutatásoknál, elsősorban a kibúvások területek gyors meddővé nyilvánításánál a leghatékonyabbak a geofizikai mérések. VLF-EM ellenállástérképezéssel (a felszíni földtani adatokból kiindulva) viszonylag olcsón el tudjuk különíteni azokat a területrészeket, ahol a bauxit-fekvőt alkotó dolomit (mészkö) kis mélységben (max. 10 m) van, tehát ahol bauxittároló szerkezeti elemek (árkok, töbrök) nem fordulhatnak elő.

A 30–200 m fekülmélységű, általában eredeti fedőjű bauxittestek kutatása geofizikailag nehezebb és bonyolultabb. A mérések szerepe itt a „bauxitra reménybeli geofizikai anomáliák”, azaz bauxittároló szerkezetnek feltételezett aljzatbemélyedések kijelölése, majd az anomáliákra telepített fúrásokban végzett mérésekkel annak biztosítása, hogy a feltárt bauxittestek között műrevaló bauxitlencse ne maradjon ismertetlenül. Ehhez (több fázisban) átlag 8 módszer egymást kiegészítő eredményét szükséges felhasználni. Példaként az iharkúti „terasz” területén végzett mérések eredményeit mutatjuk be (5. ábra). 23 elsődleges és 19 másodlagos (részletező mérésekkel kijelölhető, részben az elsődleges anomáliák rész-szerkezetét jelentő) anomáliát mutattunk ki, amelyek a vizsgált 1,5 km²-nyi terület 40%-át fedték le. Ebből a fúrások szerint műrevaló bauxittestnek bizonyult 14 (33%), „üres” (a bauxitnál fiatalabb összlettel kitöltött) aljzatbemélyedést jelentett 20 (48%), inhomogenitásból eredő álanomália volt 5 (12%), jelenleg még nem értékelhető 3 (7%). Ha az összes, fúrásra javasolt geofizikai anomáliát számítjuk (beleértve azt a 38 harmadlagos „biztonsági” anomáliát is, amely mindegyike meddő volt), akkor minden ötödik anomália bauxittestnek bizonyult. Másrészről: egyetlen rész-szerkezet kivételével valamennyi, jelenleg ismert bauxittest előzetesen detektálható volt valamely geofizikai eljárással.

A térképen megjelölt I–10 vonal mentén a geofizikai és a komplex földtani-geofizikai értelmezés hatékonyságát szelvényben a 6. ábrán mutatjuk be. A geofizikai mérések 1975-ben történtek (A), ennek akkori értelmezését (az elsőnek javasolt 3 fúrással) 1975. Évi Jelentésünkben közzeltük (B). Az alsó (C) rajz a további fúrásokból szerkesztett földtani szelvény (1979. decemberi állapot).

A geofizikai kutatás nemcsak relatíve biztonságosabbá teszi egy adott terület feltárását, hanem a fúrási költségek effektív csökkenésével is járhat. A már bányanyitásra átadott területrészt vizsgálva kiszámítható, hogy 1,- Ft értékű geofizikai mérés 26,- Ft-tal csökkentette a mérések nélküli becsült fúrási költségeket.

Ennél fontosabb azonban, hogy az együttes földtani-geofizikai kutatás le rövidíti és gazdaságosabbá teszi egy-egy bauxitelfordulás áttekintő területi felmérését azáltal, hogy már a kutatás kezdeti fázisában mélység és aljzatminőség szerint vázlatosan elkülöníti a bauxitra perspektivikus területeket.

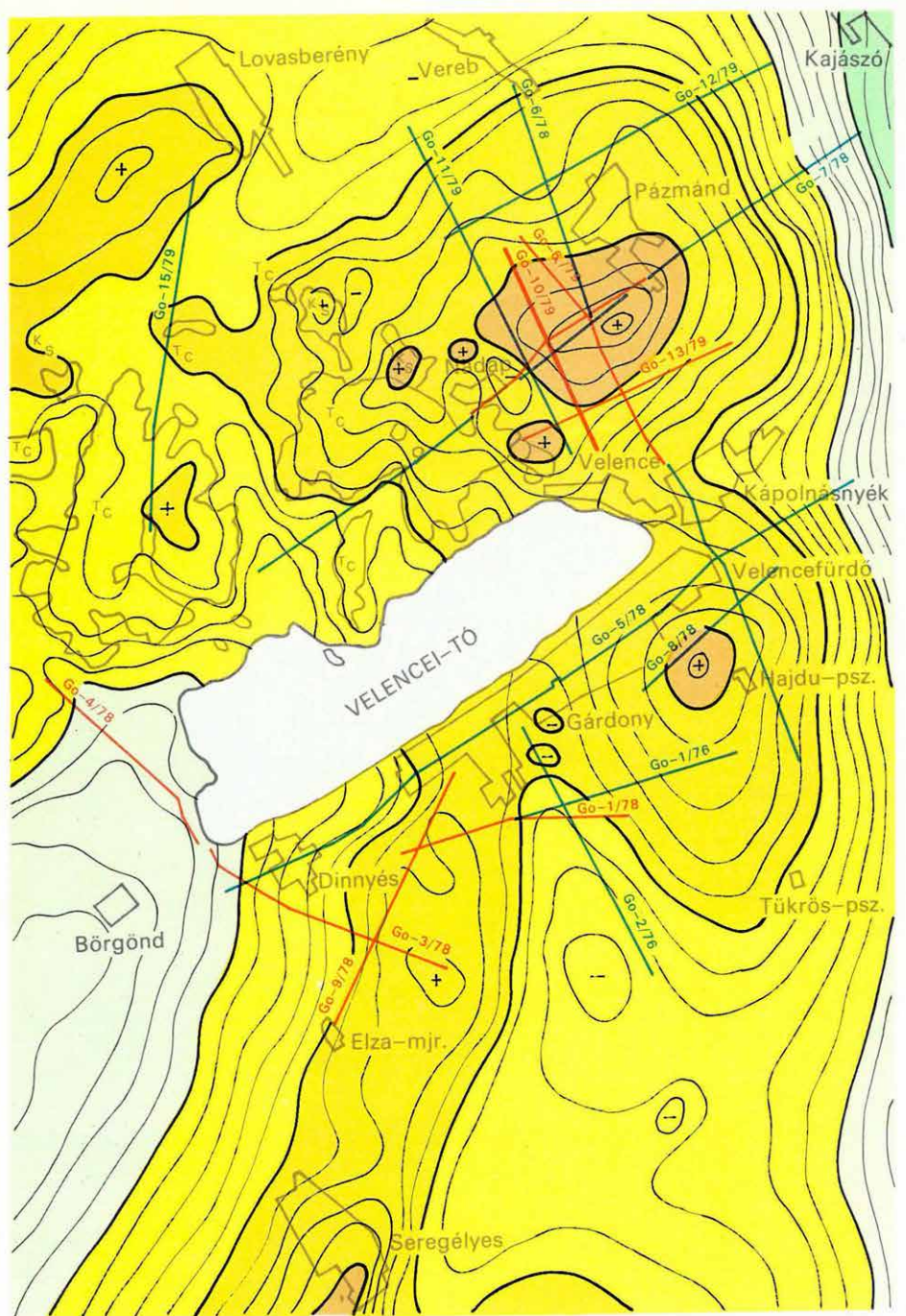
1976-tól az ELGI előkészítő geofizikai méréseket végez a Velencei-hegység környékén a Központi Földtani Hivatal megbízásából. A kutatás célja: a Velencei-hegység és környéke földtani-geofizikai felépítésének ércföldtani kutatást megalapozó komplex geofizikai vizsgálata.

Az előkutatást regionális és érc kutatási szakaszra bontva, párhuzamosan végezzük. Az előkészítő mérések 1976-ban hálózatkiegészítő gravitációs mérésekkel kezdődtek, 1978-tól komplex geoelektromos ellenállás, refrakciós és reflexiós mérésekkel kiegészülve. Az érc kutatást 1979-ben gerjesztett polarizációs mérésekkel indítottunk.

A *regionális kutatás* keretében végzett mélyszerkezet-kutatás a kelet-velencei területen részletesebb, a nyugat-velencei területen tájékozódó jellegű. A Velencei Tavi Intézőbizottság megbízásából végzett vízkutató geofizikai mérések a Velencei-tó közvetlen környezetének mélyszerkezeti viszonyaira vonatkozóan szolgáltatott adatokat. A Velencei-tó és környezete kiemelt üdülőkörzet. A vízkutató geofizikai mérések eredménye a Velencei-tó környékének kedvező hévízfeltárási lehetőségére is felhívta a figyelmet.

A kutatási terület földtani felépítésében a legidősebb képződmény a szilur-devon időszaki balatonfelvidéki típusú palasorozat, amely a Velencei-hegységi gránit palaköpenyében jelenik meg. A Velencei-hegységben felszínen levő normál összetételű gránit felső karbon korú. A Velencei-tótól D-re, a dinnyési Di-3 számú fúrásban, a felső perm képződmények alatt elért kvarcdiorit az alsó perm kvarcporfiritek intruzív megfelelője lehet, kapcsolata a gránit intrúzióval nem világos. A Velencei-hegységtől D-re és K-re megtalálhatók a regionális diszkordanciával települő perm képződmények. A vörös konglomerátum és homokkő rétegekre evaporitos aleurolit, mészkő, dolomit, márga, homokkő rétegek települnek. A felső perm rétegekből üledékfolytonosan fejlődik ki az alsó triász karbonátos-homokkőves rétegsor. Jelentős vastagságban középső triász dolomitokat tárt fel a seregélyesi Sg-1 fúrás. Felső triász képződmények nem ismertek, bár jelenlétük bizonyosnak vehető. A jura és kréta kép-

* Havas L., Király E., Majkuth T.



7. ábra. Velencei-hegység és környéke Bouguer-anomáliatérképe (értékköz 1 mgal)

1 – refrakciós vonal; 2 – reflexiós vonal

Fig. 7. Bouguer anomaly map (contour interval 1 mgal) of Velence hills and surrounding areas

1 – refraction profile; 2 – reflection profile

Рис. 7. Карта аномалий Буге района гор Веленце (сечение – 1 мгал)

1 – профиль КМПВ; 2 – профиль МОВ

zöldmennyek megjelenésére – valószínűleg eredeti hiányuk miatt – nem számíthatunk.

A felső eocén andezit vulkanitok a Velencei-hegységtől K-re (Pázmánd) és D-re (Seregélyes) nyomozhatók, a Vereb-kajászói sülyyedékben oligocén és neogén, a Velencei-tótól D-re neogén üledékek alatt. A kutatási terület nagy részét 100–800 m vastagságú pannóniai képződmények borítják. Az idősebb neogén csak a keleti és déli részek sülyyedékeiben várható.

A kutatási terület részegységekre bontható. A részegységek egymás közötti kapcsolatát tükröző nagyszerkezeti viszonyokról, az egységeken belüli földtani-geofizikai modellről csak közelítő adatokkal rendelkezünk. A gravitációs és mágneses anomáliák értelmezését nehezíti, hogy az egységek geofizikai modellje a medencealjzaton belüli változások miatt bonyolult.

A Pázmándtól Seregélyesig húzódó gravitációs maximumvonalat több vulkáni centrumterület feltételezését is megengedi (7. ábra). Felszínközeli centrumterületként valószínűsíthetjük a Nadap–Pázmánd vonalában elhelyezkedő gravitációs és mágneses maximum területét. Kápolnásnyéktől D-re és Gárdony térségében a paleozoos-mezozoos medencealjzat felett nagyobb vastagságú rétegvulkáni összletet nem tételezhetünk fel. Mélyebben elhelyezkedő vulkáni centrumterület körvonalai rajzolódnak ki Dinnyéstől DK-re a Di-2 számú fúrás környezetében. A gravitációs maximum kialakításában – figyelembe véve a mágneses anomália térképet – valószínűleg az andezit szerepe a döntő. A maximumvonalat D-i részén elhelyezkedő seregélyesi és sárosdi gravitációs maximumok nem esnek egybe pozitív mágneses anomáliával. A gravitációs maximumokat ebben az esetben feltehetően a felszínközeli dolomitok okozzák.

A regionális mérések keretében végzett komplex refrakciós-geoelektromos és reflexiós mérések eredményei az előzetesen kialakított földtani-geofizikai képet jelentősen módosították.

A Velencei-hegységtől D-re eső területre jellemző a Go-5 komplex refrakciós-geoelektromos szelvény (8. ábra). A refrakciós határfelületek Dinnyés körzetében – alulról felfelé haladva – valószínűleg karbon, perm, és a legfelső a perm felszínének vagy andezit (eocén) rétegösszletnek minősíthető. A permi dolomit rövid szakaszokon jelentkező határsebesség változásai réteglejtés kifejlődés sorozatra utalnak. A Gárdony–Seregélyes vonalában levő nagy törésvonaltól K-re a harmadidőszak előtti medencealjzat 700–800 m mélységben helyezkedik el. Határsebessége és fajlagos ellenállása változó. A különböző típusú képződmények lehatárolása ezeknek az adatoknak a figyelembevételével történt. A ρ_{∞} szintek elmélyülése K-i irányban márgák, agyagpalák, homokkővek megjelenésére utal az aljzatban.

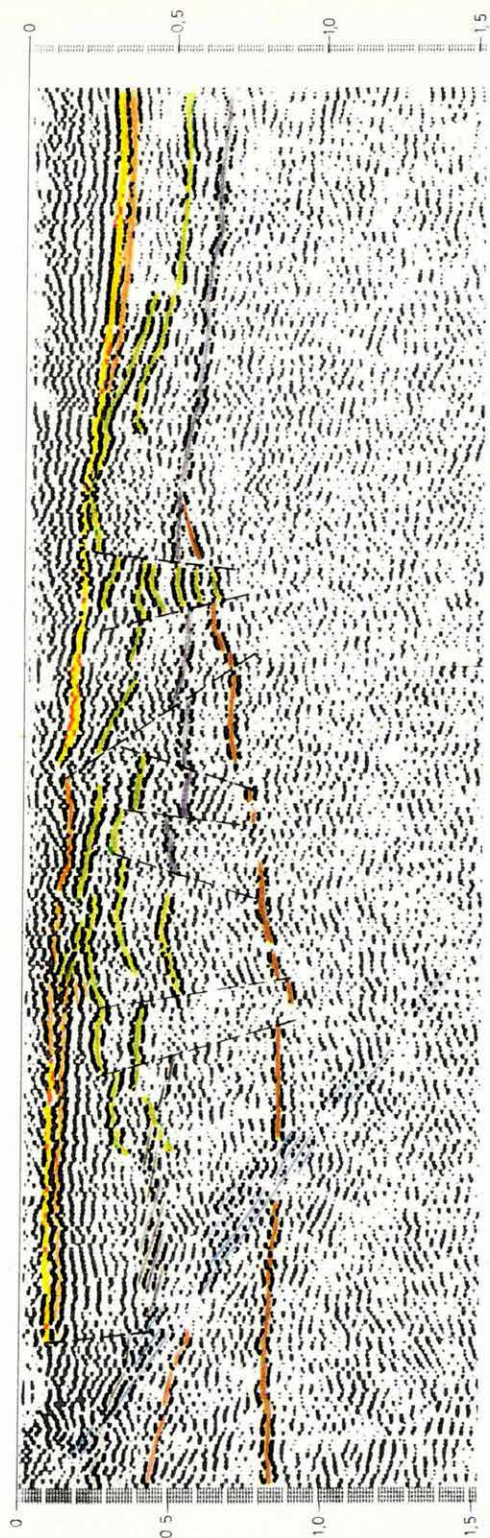
A Velencei-hegységtől DK-re, Kápolnásnyék környékén, a Go-6 szelvény alapján feltételezhető az eocén korú andezitek, andezittufák megjelenése, és É felé történő fokozatos kivastagodása. A ÉÉNY–DDK irányban átszelő szelvényen látható felszínközeli kettős refraktáló felület az andezites összleten

WSW

ENE

44125

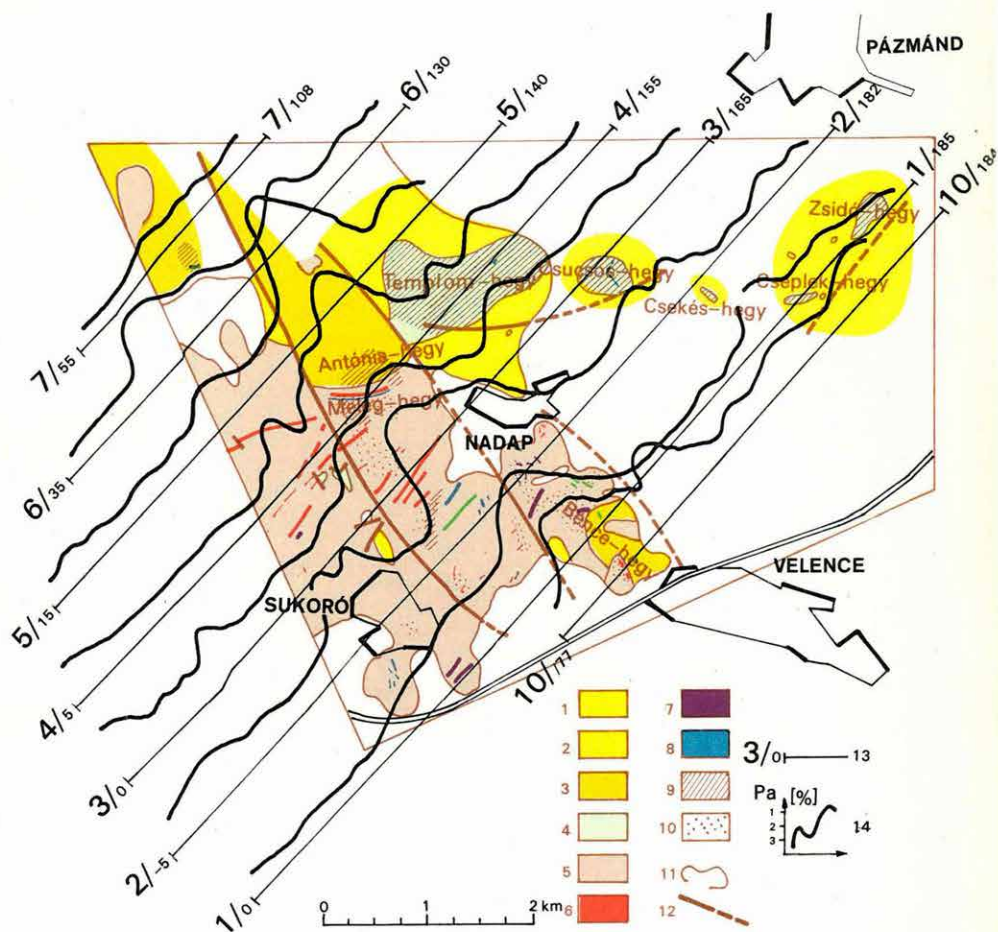
325 500 1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000



9. ábra. A Go-13/79 migrált reflexiók időszelvény (szűrés: 14–52 Hz)

Fig. 9. Migrated reflection time section Go-13/79, filter: 14–52 Hz

Рис. 9. Временной разрез с миграцией по профилю МОВ Go-13 (фильтрация: 14–52 гц)



VELENCE

10. ábra. A Velencei-hegység K-i részének GP szelvénytérképe, a vázlatos földtani térkép feltüntetésével

1 – pleisztocén lösz, homok; 2 – pannóniai kavics; 3 – ópaleozoos agyagpala, kontakt pala; 4 – felső eocén andezit, andezittufa; (5–7) felső karbon: 5 – gránit, 6 – gránitporfir, 7 – aplit; (8–10) hidrotermális képződmények: 8 – kvarcerek, kvarcosodott kőzetek, 9 – kovásodás, 10 – filloszilikátosodás; 11 – feltártság és kőzethatár; 12 – törésvonal; 13 – GP szelvény; 14 – GP anomália

Fig. 10. IP profile map of the eastern part of the Velence hills with geological sketch

1 – Pleistocene loess, sand; 2 – Pannonian gravel; 3 – early Paleozoic shale, contact shale; 4 – upper Eocene andesite, andesite tuff; (5–7) upper Carboniferous: 5 – granite, 6 – granite porphyry, 7 – aplite; (8–10) hydrothermal formations: 8 – quartz veins, silicified rocks, 9 – chertified rocks, 10 – phyllosilicified rocks; 11 – outcrop and rock boundary; 12 – fracture; 13 – IP profile; 14 – IP anomaly

Рис. 10. Карта восточной части гор Веленце по данным метода ВП с схемой геологического строения

1 – плейстоценовые лёсс и пески; 2 – паннонские галечники; 3 – древнепалеозойские глинистые сланцы, контактные сланцы; 4 – верхне-эоценовые андезиты; андезитовые туфы; (5–7) верхний карбон: 5 – границы; 6 – гранитопорфиры; 7 – аплиты; (8–10) гидротермальные отложения: 8 – кварцевые жилы, окварцованные породы; 9 – окремление; 10 – филлосиликатизация; 11 – степень изученности и граница раздела; 12 – линия сброса; 13 – график ВП; 14 – аномалия ВП

belüli minőségi különbségekre utal. A felső refraktáló felület 3600 m/s-os sebessége feltehetően mállott andezit, andezittufák felszínét jelzi. A mélyebben levő 4300 m/s-os és ρ_{∞} szint tömörebb andezitre utal. A mélysztben, a szelvény közepén, az 5500 m/s-os szakaszt a gránitintrúzió mélybeli megjelenésének, a feltételezett gránitintrúzió két oldalán meglevő 4200–4800 m/s-os szakaszt agyagpalának, homokköves összletnek, a változó határsebességű és ellenállású és az előbb említett képződményeket közrefogó egyéb képződményeket paramétereik alapján permotriász dolomitnak, mészkőnek, márgának tételezzük fel.

A kelet-velencei területen a feltételezett vulkáni centrumterület belső szerkezetét szeizmikus reflexiós mérésekkel vizsgáltuk. Az itt bemutatott KÉK–NyDny irányú Go–13 reflexiós szelvény (9. ábra) a gránitterületet szegélyező palaköpenyről indul, és a feltételezett centrumterület D-i részén halad át. A szelvény elején a rendkívül erőteljesen jelentkező diffrakció (kék szín) az érintkezési tektonika következménye. A gránitintrúzió (piros szín) hatására a palás képződmények (szürke szín) K-i irányú dőlése figyelhető meg. A szelvény közepén az eocén korú andezitek belső szerkezetét erős tektonizáltság jellemzi. A szelvény végén a neogén (világossárga szín) kivastagszik és az andezites összleten belül a tufás képződmények (narancssárga szín) uralkodóvá válnak. A harmadidőszak előtti medencealjzat (lila szín) csak ezen a szakaszon jelölhető ki egyértelműen. Az átmeneti részen a medencealjzat felboltozódik és egy mélyebb felület is megjelenik (barna szín). A szelvény alapján a feltételezett vulkáni centrumterület K-i és Ny-i határa kijelölhető.

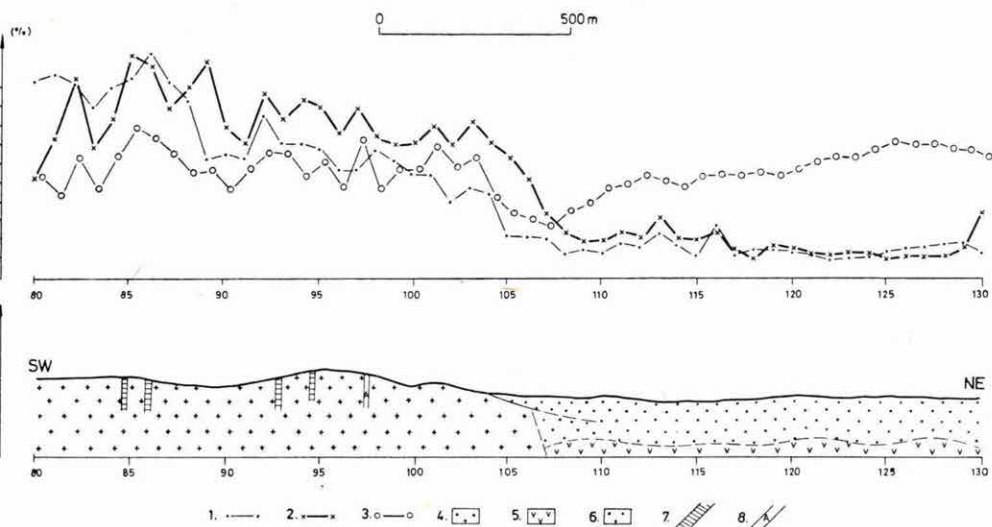
A Velencei-hegység – Balatonfő színesérc perspektíváinak felderítésére a MÁFI-ELGI-OÉÁ készített érc kutatási koncepció vázlatot, amely a Nadap–Pázmánd–Dinnyés–Seregélyes helységek környezetében részben a felszínen, részben nagyobb mélységben elhelyezkedő eocén kori andezitekkel kapcsolatos rézporfíros ércesedés kutatását ítélte legperspektivikusabbnak.

A közvetlen érc kutatás keretében a Velencei-hegység ÉK-i részén megkezdük a:

- reambulációs földtani térképezést,
- az áttekintő gerjesztett potenciál (GP) szelvényezést,
- a GP anomáliák részletezésére a hálózatos méréseket.

A geoelektromos szelvényeket a gránit-pala elterjedési határára közel merőlegesen tűztük ki. A kutatások célja a gránit hidrotermálisan bontott K-i peremén, valamint a neogén üledékekkel fedett andezitterületen a szulfid-ásványosodással kapcsolatos GP anomáliák felderítése, eloszlási törvényszerűségeinek megismerése volt.

Az áttekintő mérésekből (AB=100–300 m) szerkesztett szelvénytérképen (10. ábra) a legnagyobb GP anomáliák a gránit-pala összlet K-i peremén találhatók. (Sukoró és Nadap községeknél a méréseket a földelt víz- és elektromos



11. ábra. A Velencei-hegységi 2. sz. földtani—geofizikai szelvény középső szakasza

1 – AB=100 m; 2 – AB=300 m; 3 – AB=1600 m; 4 – gránit; 5 – andezit; 6 – pannóniai kavics, pleisztocén lösz; 7 – kvarctelér; 8 – aplittelér

Fig. 11. Central part of geological—geophysical cross section No. 2, Velence hills

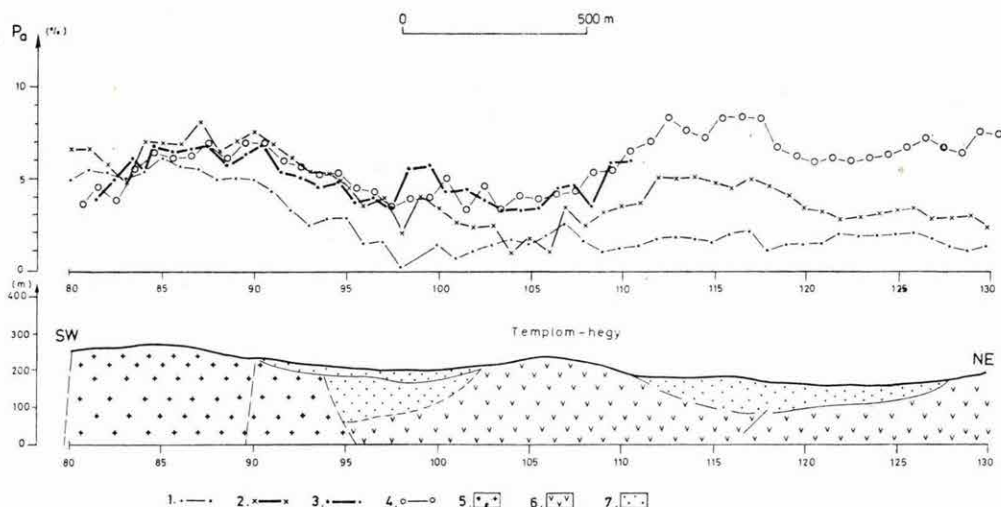
1 – AB=100 m; 2 – AB=300 m; 3 – AB=1600 m; 4 – granite; 5 – andesite; 6 – Pannonian gravel, Pleistocene loess; 7 – quartz vein; 8 – aplite vein

Рис. 11. Центральная часть геолого—геофизического профиля № 2 в районе горы Веленце

1 – AB=100 м; 2 – AB=300 м; 3 – AB=1600 м; 4 – граниты; 5 – андезиты; 6 – паннонские галечники – плейстоценовый лёсс; 7 – кварцевая жила; 8 – аплитовая жила

vezetékhalózat zavarta.) Az andezit dombsor területén, ahol a kaolinkutató fúrások igen erős piritesedést tártak fel, kis amplitúdójú anomáliákat találunk, amelyek a neogén üledékek kivastagodásával fokozatosan a háttérszintre csökkennek. A kutatási mélység növelésével (AB=800–1600 m) az eocén vulkáni dombsor D-i előterében és a kibúvások környékén gyakorlatilag hasonló nagyságú anomáliákat találunk, mint a gránitterületen (11. és 12. ábrák). A gránitterülethez tartozó anomáliák hatója a felszínközben; az üledékekkel fedett, valamint a kibúvásos andezit területek anomáliáinak GP hatói nagyobb mélységekben helyezkednek el, ami a szulfidásványosodásnak az andezit vulkánosságához kapcsolódó lehetőségét látszik megerősíteni. A gránitterületen levő GP anomáliákon látható relatív amplitúdó változásokat a gránitban levő ellenállás inhomogenitások (filloszilikátos bontás, kvarc-, gránitporfir-, és aplittelérek) hozzák létre.

A részletező hálózatos GP méréseket a gránit K-i peremén megismert anomáliásávra, az andezit dombsorra és a pannon üledékekkel fedett köztes terü-



12. ábra. A Velencei-hegységi 3. sz. földtani—geofizikai szelvény középső szakasza

1 – AB=100 m; 2 – AB=300 m; 3 – AB=800 m; 4 – AB=1600 m; 5 – gránit; 6 – andezit; 7 – pannóniai kavics, pleisztocén lösz

Fig. 12. Central part of geological—geophysical cross section No. 3, Velence hills
1 – AB=100 m; 2 – AB=300 m; 3 – AB=800 m; 4 – AB=1600 m; 5 – granite; 6 – andesite; 7 – Pannonian gravel, Pleistocene loess

Рис. 12. Центральная часть геолого—геофизического профиля № 3 в районе горы Веленце

1 – AB=100 м; 2 – AB=300 м; 3 – AB=800 м; 4 – AB=1600 м; 5 – граниты; 6 – андезиты; 7 – паннонские галечники, плейстоценовый лёсс

letre telepítettük, ahol a regionális mágneses anomália É-i maximuma van. A rendelkezésre álló kapacitás azonban nem tette lehetővé az anomáliák teljes lehatárolását, ezért a mérési anyag végleges feldolgozása 1980-ra áthúzódik. Az ellenállás- és GP anomáliák elterjedésének törvényszerűségéből néhány fontosabb következtetés azonban máris levonható:

- az ellenállás-térképen a legnagyobb változás a gránit K-i peremén látható: nagy ellenálláscsökkenés, amely a gránit-andezit és gránit-pannon határ mentén két ÉÉK-i csapású, közel vertikális határfelületet jelöl ki. Az ÉÉK-i irány jellemző a gránit masszívumban csapásirányban hosszan követhető ellenállás-minimum zónákra is, amelyek törésvonalak mentén alakultak ki;
- a legnagyobb GP értékeket a Meleg-hegy É-i részén mértük, ahol két keskeny, közel 1 km hosszú, ÉÉK-csapású anomália van. A gránit területén több hasonló irányú kisebb amplitúdójú és kiterjedésű anomáliásáv található a Bence-hegy, Meleg-hegy közötti területen. Az andezit dombsor

térsgében egy közel KNY-i csapású széles anomáliásáv húzódik, amelyhez Csúcsos-hegy, Cseplek-hegy között egy, a pannon medencéből induló, ÉD-i csapású, nagy mélységű hatótól eredő anomáliásáv csatlakozik.

Földtani bejárással ellenőriztük a képződményhatárokat, a kőzetváltozások és érces nyomok követhetőségét. A hegységet felépítő kőzetek ércutatási szempontból három csoportba sorolhatók:

- ópaleozoos palasorozat,
- karbon gránit és gránitos telérek,
- eocén andezitváltozatok.

A hegység K-i és É-i részén található fiatal miocén és pannon üledékeket nem vizsgáltuk.

A palasorozat litológiailag monoton, anchimetamorf, réteges agyagpala, amely a gránitintrúzió exokontaktjában változó mértékű kontakt metamorfózist szenvedett. Felszínen a Meleg-hegy gerincétől É-ra, illetve a Bence-hegy K-i és D-i oldalában található.

A gránit durvakristályos, biotitos változata alkotja a intrúzió főtömegét. A palasorozattal egy szerkezeti egységben a K-Velencei hegység Ny-i részét alkotja. A gránitporfir és a gránitplit telérek jól követhetők, lefutásuk szerkezeti irányokhoz kötődik.

A nadap-lovasberényi műúttól K-re – nagyrészt neogén üledékekkel fedve – összefüggő andezitterület húzódik, amelynek kibúvási a Templom-hegytől a Zsidó-hegyig egy Ny-K irányú dombsort alkotnak. A legtöbb kibúvási erőteljes agyagásványos bontás és kovásodás jellemző, az andezit jelleg teljes vagy részleges megsemmisülésével.

Szubvulkáni andezitek a gránitterület K-i részén telérek vagy nehezen körülhatárolható, közel izometrikus testek formájában jelennek meg. Ásványos összetételük, kristályossági fokuk és színük változatos. Űde és hidrotermálisan bontott, szulfidhintéses változatok egyaránt előfordulnak. A hidrotermális képződmények három fő típusát különítettük el: kvarcosodást és kvarctelérek, filloszilikátosodást és egyéb kőzetváltozásokat. Ércesedésre utaló nyomokat, pirithintést a Bence-hegytől É-ra található kőfejtő gránitjában, a Templom-hegy DK-i oldalában és a Kövecses-hegy tövében kihajtott tárók hányóján észleltünk.

A K-Velencei terület tektonikáját illetően három kérdést vizsgáltunk: az andezit és gránit-pala közti kontaktust, a felszíni andezitvonulat szerkezeti helyzetét és a gránit-pala határ jellegét. Az andezit és a gránit-palaterület határát a gránit és pala felszíni elterjedését K felé lezáró, részben morfológiai bélyegek alapján kijelölt két, közel párhuzamos ÉÉNy-DDK irányú törésvonal képezi, amelyek amplitúdója jelentős (km nagyságrendű) lehet. Ércutatási szempontból is szükséges lenne e törések dőlésének és elvetési irányának ismerete.

A felszíni andezitvonulat egy egészében véve K–Ny-i irányú erősen tagolt dombor. Szerkezetéről elsősorban a domborzat elemzése alapján alkothatunk véleményt. Eszerint a vonulat ÉÉNy–DDK csapású törésekkel tagolt rögsornak fogható fel, amely jóval a vulkánosság után jött létre és amelynek az eredeti vulkántektonikai képhez alig van köze. A térképen ábrázolt törésvonalak meredek sziklafalak csapásirányát, vagy a pannon-pleisztocén üledékek helyszínen észlelt és szerkezeti okoknak tulajdonított hirtelen kivastagodását jelölik.

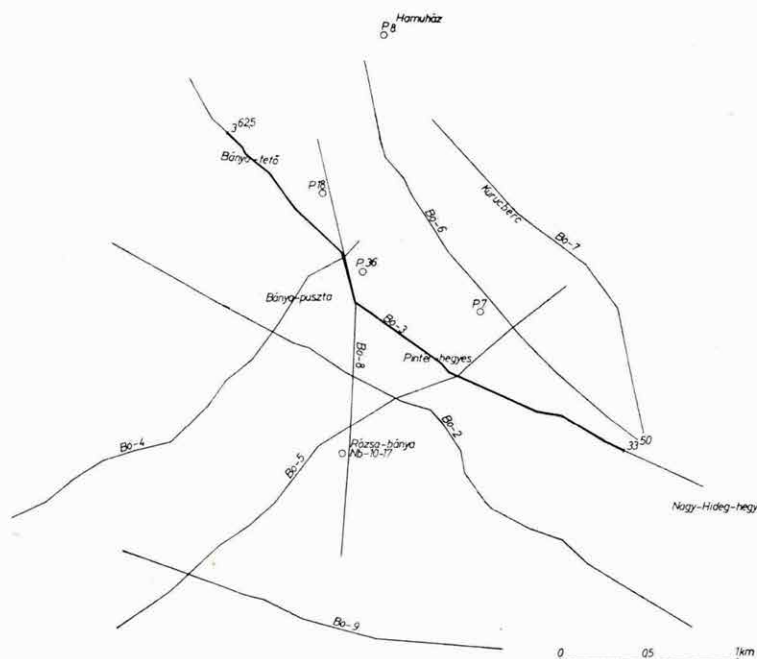
A gránit-pala határ feltehetően szinte mindenütt tektonikus kontaktus, de az elmozdulások javarészt kisebbek az eredeti kontakt-udvar méreteinél. E határ térképen és szelvényben egyaránt bonyolult konfiguráció lehet.

A területen végzett földtani-geofizikai kutatások elsődleges értelmezése lehetővé tette, hogy a fajlagos ellenállás szelvények és térkép alapján a jellemző szerkezeti vonalakat, töréseket kijelöljük, az uralkodó kőzetféséségek elterjedési határait megvonjuk, továbbá, hogy a különböző mélységben elhelyezkedő GP hatókat a további kutatás számára rangsoroljuk. Elsősorban az andezit dombor D-i előterében levő, üledékekkel fedett terület anomáliáinak továbbkutatására kell koncentrálnunk, ezek a centrumterületekhez vagy annak közvetlen peremi részeihez tartozhatnak.

Az ellenállás és GP mérések alapján kijelölhetők a gránit-andezit határt kialakító ÉÉNy–DDK csapásirányú tektonikus vonalak, a gránitmasszívumban kialakult nagyobb törésvonalak, az eocén andezit felszín alatti elterjedése és a szulfidos ércesedéssel kapcsolatos hatók.

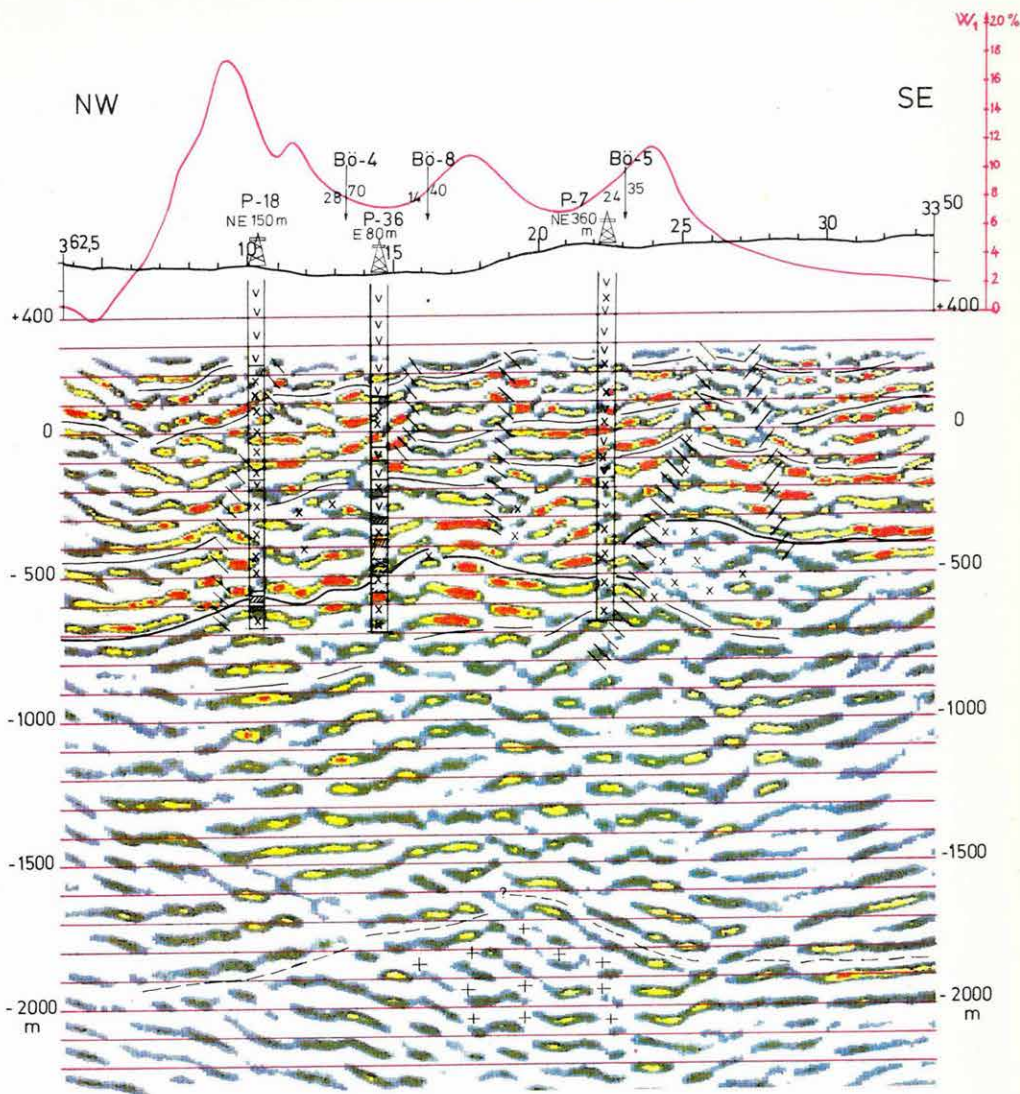
1.3 A BÖRZSÖNY-HEGYSÉG ÉRCESEDÉSÉNEK GEOFIZIKAI KUTATÁSA*

A központi terület kutatását 1979-ben befejeztük. A szerkezeti felépítés tisztázására további reflexiós (vibroszeiz) méréseket (13. ábra), az ércesedés vizsgálatára kiegészítő módszertani geoelektromos méréseket és vizsgálatokat végeztünk.



13. ábra. A börzsönyi szeizmikus reflexiós mérések helyszínrajza
Fig. 13. Location map of seismic reflection profiles in the Börzsöny Mts
Рис. 13. План сейсморазведочных работ в районе гор Бёржён

* Király E., Szalay I.



14. ábra. Bö-3 reflexió mélység szelvény

v – andezit, tufa, tufit, agglomerátum; x – andezit; a szelvényben feltételezett szubvulkáni test; ///// – alaphégyesség (kvarccsillámpala); + – feltételezett intrúzió; piros vonal: GP anomália görbe

Fig. 14. Migrated reflection depth section Bö-3

v – andesite, tuff, tuffite, agglomerate; x – subvolcanic andesite; ///// – crystalline basement; + – supposed intrusion; red line: IP anomaly

Рис. 14. Глубинный разрез МОВ Бө-3

в – андезиты, туфы, туфиты, аггломераты; х – андезиты; предполагаемое в разрезе субвулканическое тело; ///// – фундамент (кварцево-слюдистые сланцы); + – предполагаемая интрузия; красная линия – график аномалий ВП

A méréseket 12-szeres fedéssel, 25 m geofonbázisközzel, 50 m geofon- és vibrátorcsoport-hosszal, 72–18 Hz-es, 14 s-os vibrátorjellel, 24-szeres vertikális összegzéssel végeztük. A vibrátorjel frekvencia határait az alacsony frekvenciákon bekövetkező káros rezonancia jelenségek miatt a tervezettnél magasabbra állítottuk be, ügyelve arra, hogy az alaphegységről még feltétlenül kellő amplitúdójú reflexiókat kapjunk. A beállítást a műszerkocsiba épített COROLLPRESS színes plotter – segítségével oldottuk meg. A dinamikus korrekciót az egész szelvényhosszra kiterjedő sebességvizsgálatokból (c. v. s) kapott adatokkal készítettük. A feldolgozáshoz jó előzetes tájékoztatást adtak a refrakciós átlagsebességek. A reflexiós átlagsebességek 10–20%-kal kisebbek a refrakciós átlagsebességeknél.

A szelvények feldolgozása migrációt, 20–40 Hz-es sávszűrést és mélységszerinti átrendezést tartalmazott. A torzítatlan léptékű mélységszelvényeket amplitúdó szerinti színezéssel ábrázoltuk. A sebességértékek lehetséges eltérései a valóságostól elhanyagolható hibát okoznak, ahhoz az előnyhöz képest, amit a mélységszelvény ezen a rendkívül bonyolult vulkáni területen a szerkezetéről ad.

A mélyfúrások közelében levő Bö-3 mélységszelvény illusztrálja a hegység felépítésének reflexiós szelvénnel kimutatható részleteit (14. ábra). A P-18 és a P-36 fúrásokból korrelált kristályos alaphegység (kvarccsillámpala) felszínéről nagy amplitúdójú reflexiókat kapunk, alatta azonban hirtelen amplitúdó csökkenés látható. Az ép aljzatról származó reflexiók a nagy sebességkontraszt miatt nagyobb amplitúdójúak, mint a szubvulkáni andezitekkel járt, esetleg teljesen beolvasztott részekről kapott jelek. A szelvényben, a bevetített P-7 fúrástól DK-re, az aljzat – valószínűleg szubvulkáni benyomulás hatására – kiemelkedett, az energiaszegény szakaszon részben felemésztyődött. A benyomulás a rétegvulkáni felépítményt is megemelte és összetörölte.

A rétegvulkáni alakulatban a többé-kevésbé párhuzamos reflexiók megszakadása, valamint a fedő és a fekü ellentétes elmozdulása jelöli ki a magasabb helyzetű, nagyobb szubvulkáni testeket, ill. azok felvezető zónáit (pl. 10°–14°; 18°–19° és 25° körül). Ilyen törésszónákhoz kapcsolódnak a GP anomáliák is a hegység legkiemeltebb aljzatú, szubvulkáni andezitekkel átjárt szakaszán, ahol mintegy 2 km mélységben boltozódási tendencia, belső diszkordancia és reflexióhiány alapján nagyobb intrúziót tételezünk fel.

A méréseket négy kérdés megoldására koncentráltuk:

- módszertani mérések a középgradiens hálózatos mérések szelvénymenti kiegyenlítésére és a hároméves mérési anyag egységes kiértékelési eljárás szerinti feldolgozásra,
- a szelvényhálózat sűrítése a zavart anomália tér pontosabb meghatározására,
- kombinált GP-ellenállás szelvényezés a Kuruc-pataki fúrásos metallo-metria anomáliák értelmezésére,
- a bánya-pusztai GP anomália lehatárolása.

Módszertani mérések

A középgradiens szelvényezéssel meghatározott GP anomáliákból csak abban az esetben lehet a hatók méreteit megállapítani, ha az AB terítési távolság a ható szélességénél legalább fél nagyságrenddel nagyobb. Mivel a kutatási területen az anomáliák 1–3 km szélesek, s az AB távolságot a generátor adott teljesítménye mellett nem lehetett 1080 m-nél nagyobbra venni, az egyes szelvényszakaszok átfedésénél néhol igen nagy és nem mindig párhuzamos eltolódás jelentkezett, amelynek nagysága elsősorban a gerjesztő elektródák és a GP hatók kölcsönös helyzetétől függ. Ezeket az eltolásokat kellett az anomáliák alakjának torzulása nélkül úgy kiegyenlíteni, hogy a teljes szelvény, mint egy nagy AB távolsághoz tartozó középgradiens szelvény, legyen értelmezhető. A kiegyenlítésre kidolgozott eljárást az egyik szelvényen $AB = 1080$ m elektróda-távolságú szimmetrikus szelvényezéssel ellenőriztük.

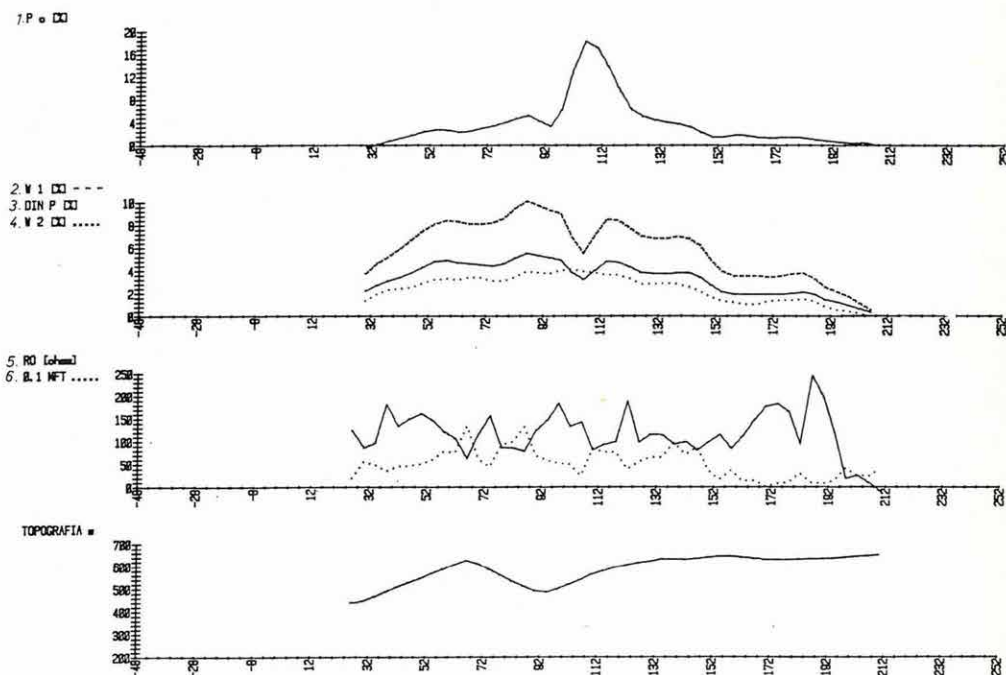
A méréseket DIAPIR-4005 típusú műszerekkel végeztük, amelyek binárisan növekvő időléptékben öt ponton mérik meg a látszólagos gerjeszthetőség értékét 0,125–2 s között. A feldolgozási módszert a hosszúidejű lecsengési görbék kiértékelésénél szerzett tapasztalatok figyelembevételével dolgoztuk ki:

- a gerjesztési idő hosszától függően – különösen ha az kisebb az ércesedésre jellemző legnagyobb időállandónál – a dinamikus paraméterek és a látszólagos gerjeszthetőség értéke változik. Ebben az esetben a nagy időállandójú komponens egy konstans értékkel – a remanens gerjeszthetőséggel (P_0) – hozzáadódik a lecsengési görbéhez. A P_0 nagyságát úgy határozzuk meg, hogy keressük a remanens gerjeszthetőségnek azt az értékét, amely mellett a látszólagos differenciális és dinamikus polarizálhatóság különbsége a minimumot adja. A P_0 értéket a mérési adatokból levonva, a dinamikus paraméterek meghatározása a szokásos módon történik;
- a kiértékelési adatokat a topográfiai szelvényre HP-9815 számítógéphez csatlakozó plotterrel rajzoltatjuk ki;
- a szelvénymenti kiegyenlített és szűrt adatokból a geoelektromos paraméter-térképeket hagyományos módon szerkesztjük meg.

A szelvényhálózat sűrítése a zavart anomáliátér pontosabb meghatározására

A 36 szelvényből álló középgradiens mérésekből két jellegzetes szelvényt mutatunk be (15. és 16. ábra). A különböző paraméterek földtani értelmezéséről a következőket mondhatjuk:

- a nagy amplitúdójú ellenállás anomáliák az osztályozatlan vulkáni összletben levő andezit testek felett alakultak ki: a 19 szelvény 74. pontja (19/74) a Pogány-hegyi kvarcdús biotit-amfibolandezit kibúvásoknál van, a 19/122 pont közelében amfibolos-piroxénos andezit lávaped valószínűsít



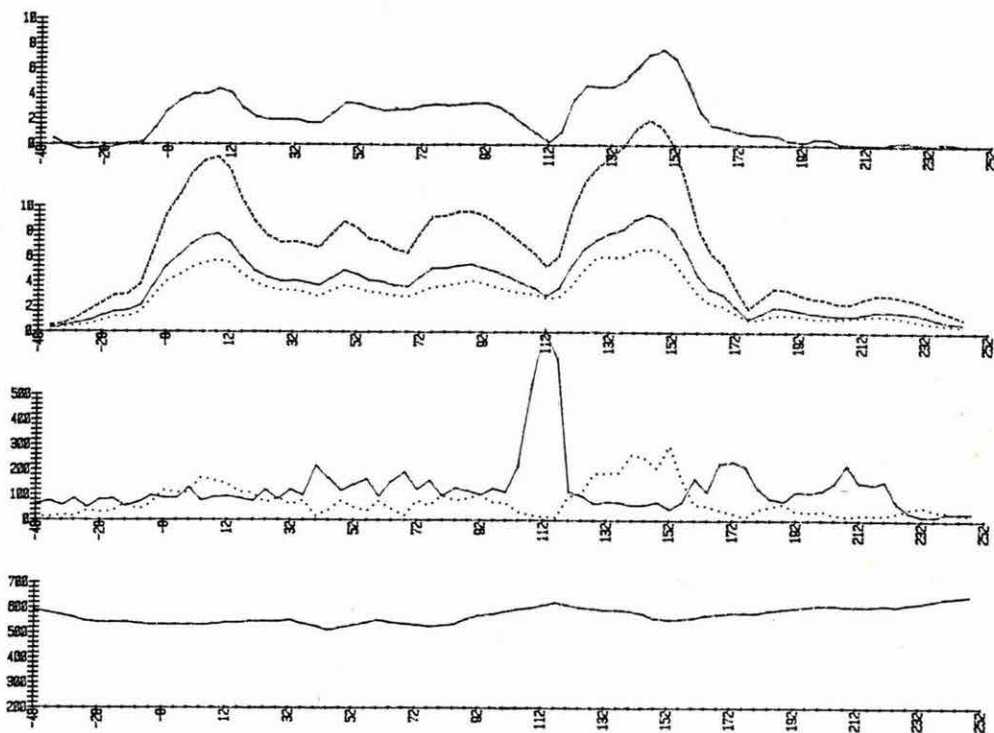
15. ábra. A Börzsönyi hálózatos mérések 19. szelvénye

1 – remanens gerjeszthetőség; 2 – az első exponenciális amplitúdója; 3 – látszólagos dinamikus polarizálhatóság; 4 – a második exponenciális amplitúdója; 5 – látszólagos fajlagos ellenállás; 6 – metallfaktor

Fig. 15. Profile No. 19 of the central gradient grid measurements, Börzsöny Mts
1 – remanent polarizability; 2 – amplitude of the first exponential; 3 – apparent dynamic polarizability; 4 – amplitude of the second exponential; 5 – apparent specific resistivity; 6 – metal factor

Рис. 15. Профиль 19 геофизической площадной съемки района гор Бёржёнъ

1 – остаточная возбуждаемость; 2 – амплитуда первого экспонента; 3 – кажущаяся динамическая поляризуемость; 4 – амплитуда второго экспонента; 5 – кажущееся удельное сопротивление; 6 – металлфактор



16. ábra. A Börzsönyi hálózatos mérések 37. szelvénye

1 – remanens gerjeszthetőség; 2 – az első exponenciális amplitúdója; 3 – látszólagos dinamikus polarizálhatóság; 4 – a második exponenciális amplitúdója; 5 – látszólagos fajlagos ellenállás; 6 – metallfaktor

Fig. 16. Profile No. 37 of the central gradient grid measurements, Börzsöny Mts

1 – remanent polarizability; 2 – amplitude of the first exponential; 3 – apparent dynamic polarizability; 4 – amplitude of the second exponential; 5 – apparent specific resistivity; 6 – metal factor

Рис. 16. Профиль 37 геофизической съемки района гор Бёржён

1 – остаточная возбуждаемость; 2 – амплитуда первого экспонента; 3 – кажущаяся динамическая поляризуемость; 4 – амплитуда второго экспонента; 5 – кажущееся удельное сопротивление; 6 – металлфактор

hető, a 19/186-nál a szelvény nagy-földpátos—piroxénos amfibolandezit telért harántolt. A 37. szelvény 112 pontja a Kuruc-pataki GP anomáliákat Ny-felől lezáró fluidális amfibol-andezit telér felett alakult ki, a 37/172 és 37/208 pont ellenállás anomáliája a tufás agglomerátumban, piroklasztikumban levő lávapakokkal kapcsolatos;

- a metallfaktor (MFT) szelvény azokat a GP anomáliákat emeli ki a magas háttérszintből, amelyek ellenállás minimumokhoz, vagyis erősen bontott kőzetekhez kötődnek (19/66, -86, -138 és 37/132–152);

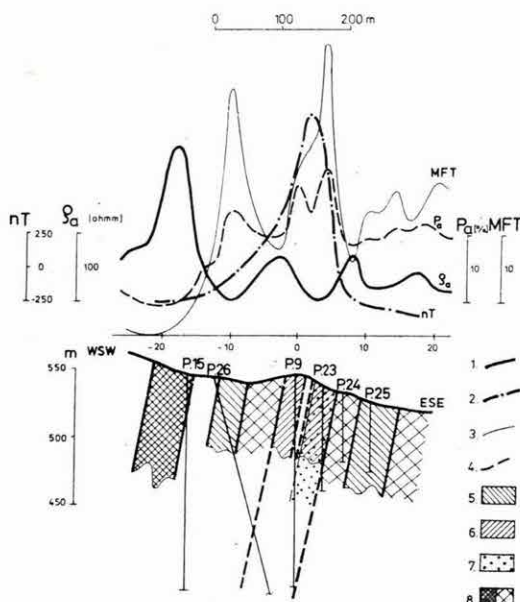
- a lecsengési görbe exponenciális összetevőjének amplitúdója (W_1) a látszólagos dinamikus polarizálhatósággal (DIN P) valamennyi szelvényen igen jól korrelál. Néhány mérési pontot kivéve a W_2 szelvény is hasonló lefutású, s ezért az anomáliatérkép megszerkesztésénél elegendő volt a W_1 értékét felhasználni;
- a GP hatók minősítésénél a remanens gerjeszthetőség (P_0) W_1 és W_2 értékekhez viszonyított változását vettük alapul. Teléres ércesedés várható a 19/100–120, valamint a 37/144–156 GP anomáliák alatt. Hintett vagy hálós-eres kifejlődésűek a bánya-pusztai 37/0–16 és a pogány-hegyi 19/52–70 anomáliák.

*Kombinált GP-ellenállás
szelvényezés a Kuruc-pataki
fúrásos metallometriai
anomáliák értelmezésére*

A Kuruc-pataki anomálián (37/112–172) kis behatolási mélységgel GP szelvényezést és mágneses mikroméréseket végeztünk, mivel a fúrásokban kimutatott szulfidkoncentráció növekedés felett alacsony, magas szulfidtartalmú szakaszok felett közepes GP anomáliát észleltünk.

A komplex mágneses-geoelektromos szelvényen a kiértékelés során igen összetett kép alakult ki (17. ábra):

- négy nagy ellenállású, Ny-i dőlésű zónát határoztunk meg, amelyek a fú-



17. ábra. A Kuruc-pataki mágneses-geoelektromos szelvény értelmezése

1 – látszólagos fajlagos ellenállás; 2 – földmágneses ΔT szelvény; 3 – metallfaktor; 4 – a látszólagos gerjeszthetőség; 5 – pirites ható; 6 – magnetites és pirites ható; 7 – kalkopirites ható; 8 – nagyellenállású andezittelérek

Fig. 17. Interpretation of the geoelectric—geomagnetic profile of Kuruc-patak

1 – apparent specific resistivity; 2 – geomagnetic ΔT profile; 3 – metal factor; 4 – apparent polarizability; 5 – pyrite bearing zone; 6 – magnetite and pyrite bearing zone; 7 – calcopyrite bearing zone; 8 – high resistivity andesite vein

Рис. 17. Интерпретация магнитометрического—электроразведочного разреза в районе Куруц-патак

1 – кажущееся удельное сопротивление; 2 – график геомагнитной величины ΔT ; 3 – металлфактор; 4 – кажущаяся возбуждаемость; 5 – пиритовое возмущающее тело; 6 – магнетитовое и пиритовое возмущающее тело; 7 – калькопиритовое возмущающее тело; 8 – андезитовые жилы высокого сопротивления

rások földtani szelvényei szerint többnyire üde, tömött szövetű piroxénos amfibolandezit kőzet telérek. A közöttük levő ellenállás minimumoknál bontott andezit, andezit agglomerátum, tufák, tufitok találhatók. Az ellenállás-inhomogenitások önmagukban is elegendő magyarázatot adnak az eredetileg egységes GP anomália kép felbomlásához;

- az MFT szelvényen az ellenállás-inhomogenitások hatása mérséklődik, és így módon három Ny-i dőlésű szulfidérces hatót lehet a szelvényen elkülöníteni;
- a mágneses anomáliát egyrészt a piroxénos amfibolandezitek, másrészt a keskeny zónában végbement magnetit feldúsulás okozza. Mivel a magnetit igen jól gerjeszthető, a P.9 és P.23 fúrások környezetében levő GP anomáliát a szulfid és magnetit tartalom együttese alakította ki.

A magnetit és a kalkopirit feltételezések szerint azonos paragenézisben képződhetett, erre alapozva más GP anomáliák felett is végeztünk hasonló komplex vizsgálatokat (Bánya-pusztá, Rózsa-hegy). Bár a fúrási szelvényekben igen sok mintában lehetett vékony teléres vagy hintett magnetit dúsulást megfigyelni, a Kuruc-patakihoz hasonló zónákat egyetlen esetben sem sikerült kimutatni.

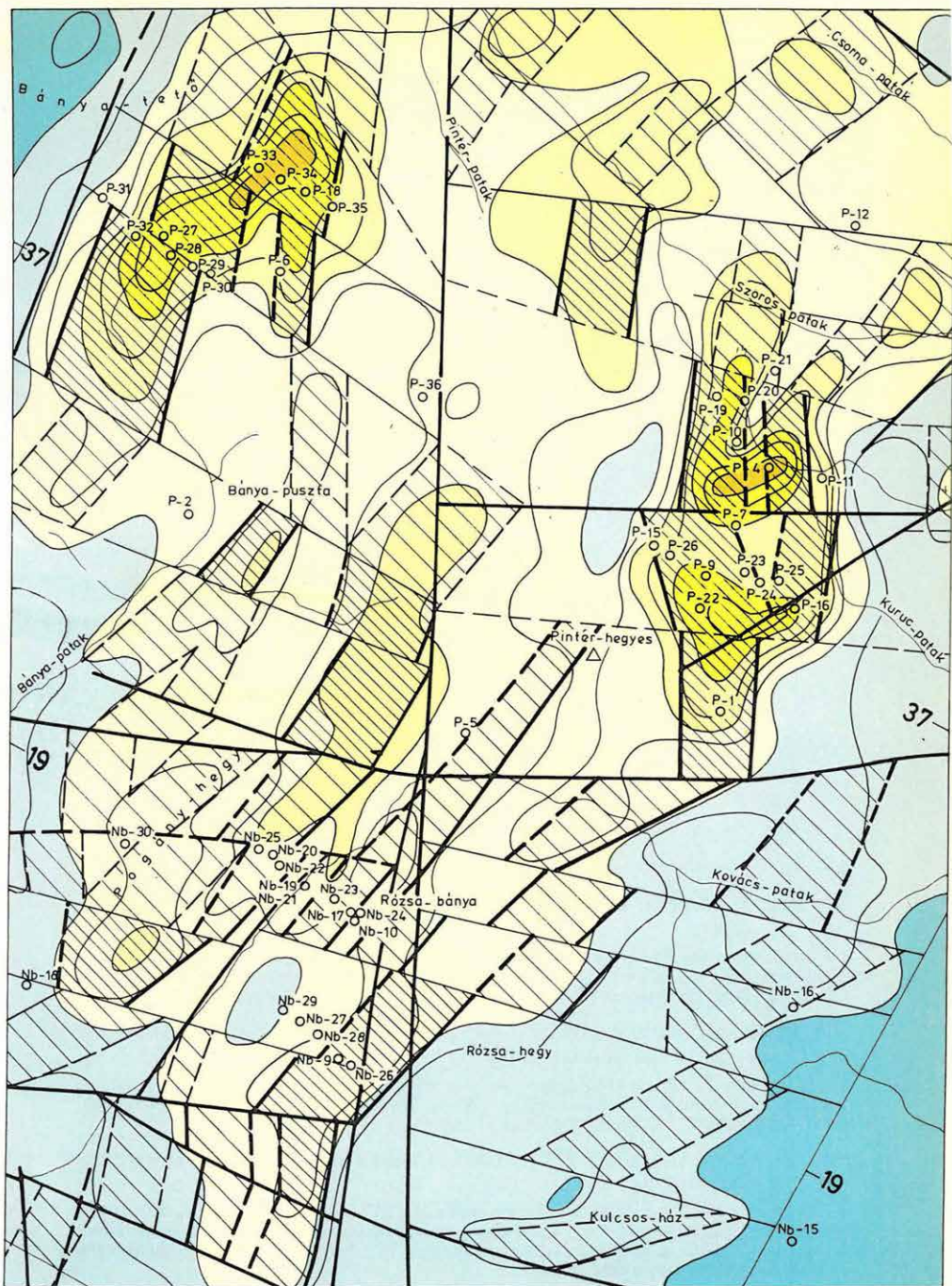
A GP mérésekből a W_1 paraméter térképét szerkesztettük meg (18. ábra). Az összetartozó anomáliák hatóinak szélességét a szelvényeken meghatároztuk és a térképen sávokban ábrázoltuk. (Vastag vonallal, sűrű sraffozással a nagy amplitúdójú felszínközeli hatókat; szaggatott vonallal, ritka sraffozással a kisebb amplitúdójú nagyobb mélységű hatókat ábrázoltuk.). Ugyancsak feltűntettük a légi fotók kiértékeléséből meghatározott valamint a földtani térképezés során észlelt törésvonalakat, továbbá azokat a töréseket, amelyek a GP hatók horizontális elmozdulását indokolják.

A hosszanti és haránttörések egységes rendszert képeznek; a hosszanti É-i, illetve ÉÉK-i csapású törések mentén alakultak ki az érces hatók, amelyeket egy későbbi harántirányú törérendszer blokkokra tagolt.

A Bánya-pusztai GP anomáliák lehatárolása

A méréseket az anomáliák D-i határáig folytattuk, elértük a Bánya-patak menti háttérszintet. A kiegészítő mérésekkel nagyobb mélységű ható valószínűsíthető, amely egy haránttörésen át kapcsolódik az anomália csoport É-i tagjaihoz tartozó hatókhoz.

A börsönyi ércesedés kutatására 1977-től alkalmazott műszerek-módszerek eredményesek a tekintetben, hogy a fúrások kutatás csak ott tárt fel magasabb koncentrációjú szulfid dúsulást, ahol azt a GP anomáliák jelezték. A hatók dőlésére és kiterjedésére vonatkozó megállapításokat a fúrások igazolták. Bár a kutatások során sikerült tisztázni az ércföldtani viszonyokat, ipari méretű és koncentrációjú érclelőhelyet a fúrások sehol sem harántoltak.



1. 2. 3. 4. 5. P-5

a. b. a. b.

0 2 6 10 14 18 Wt[%]

18. ábra. A központi terület É-i részének GP-anómália térképe és szerkezeti vázlata

1 – gerjesztett potenciál izovonalak; 2 – GP hatók (a) felszínközeli, (b) nagy mélységben; 3 – törések (a) a légi fényképek alapján, (b) egyéb földtani módszerekkel meghatározva; 4 – GP hatók alapján feltételezett törések; 5 – térképező és ércföldtani kutató fúrások

Fig. 18. IP anomaly and structural map of the northern part of the central ore district of the Börzsöny Mts

1 – IP isolines; 2 – IP causative bodies: (a) near surface, (b) at great depth; 3 – fractures (a) from photogeology, (b) determined by other geological methods; 4 – fractures determined by IP anomalies; 5 – drillings for geological mapping

Рис. 18. Карта аномалий ВП и схема строения северной части центрального района

1 – изолинии ВП; 2 – тела вызывающие аномалии ВП: (a) вблизи поверхности; (b) на больших глубинах; 3 – сбросы: (a) по аэрофотоснимкам, (b) по прочим геологическим методам; 4 – сбросы, предполагаемые по данным ВП; 5 – картировочные и рудногеологические разведочные скважины

1.4.1 A Kisalföld DK-i peremén végzett szeizmikus mérések

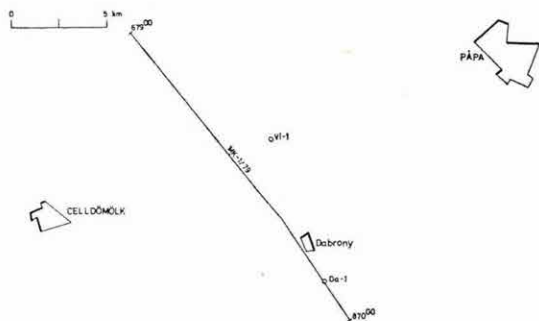
Az utóbbi időben fokozott érdeklődés nyilvánult meg a Rába vonal földtani-geofizikai jellege iránt. A Rába magyarországi szakaszával egybeeső nagy-szerkezeti vonal több ezer méter vastagságú neogén üledékekkel fedett medence-aljzatban húzódik és mind a földtani képződmények, mind a tektonikai viszonyok tekintetében lényegesen eltérő jellegű területeket választ el.

A szénhidrogénkutató refrakciós és reflexiós mérések főleg a harmadidőszaki medence aljzatának mélységére és az üledékes összetagolására szolgáltatott adatokat. A magnetotellurikus (MT) mérések a Kisalföld D-i peremén mutattak ki a harmadidőszaki medence aljzata alatt jólvezető képződményeket (GKV, MTA GGKI, NME Geofizikai Tanszék mérései).

Új eredménynek tekinthető az 1978. évi kéregkutató mérésekkel kimutatott Mohorovičić diszkontinuitás alatti reflexiós beérkezés-csoport, amely úgy tűnik, hogy a Rába vonalhoz kapcsolódik.

A Rába-vonal szerkezetére vonatkozó vizsgálatokat a Sopron térségéből induló, a Dabrony-1 mélyfúrásig tartó szeizmikus vonal mentén tervezzük, a hozzá kapcsolódó magnetotellurikus mérésekkel együtt.

1979-ben a Dabrony-1 mélyfúrásból kiindulva a Rába kavicssteraszáig tartó vonalszakasz mérését végeztük el (19. ábra). 1980-ban a vonal É-i irányú folytatását és az MTS méréseket tervezzük. (A Dabrony-1 fúrástól DK-i



19. ábra. Az MK-1/79 vonal helyszínrajza

Fig. 19. Location map of reflection seismic profile MK-1/79

Рис. 19. План профиля МК-1/79

* Csörgei J., Hegedűs E., Kónya A., Kummer I., Nemesi L., Ráner G., Varga G.

irányban haladó MK-1/71 és MK-1/72 vonalakról az ELGI 1971. és 72. Évi Jelentésében számoltunk be).

Az összevont fúrási rétegsort a GKV szeizmokarotázs méréseiből nyert idő-adatok felhasználásával tüntettük fel az MK-1/79 időszelvényen (20. ábra). Az elsődleges vezérszint a preausztiai medence aljzata. A felső kréta – miocén határ a fúrástól ÉNY-ra bizonytalanul követhető. A preausztiai medence aljzatát felépítő képződmények korára vonatkozóan nehéz helyzetben vagyunk. A 800° ponttól DK-re a felső triász–felső kréta képződmények egy közel vízszintes felületen kiemelkednek és a továbbiakban ez a szint képviseli a preausztiai medencealjzatot, amelyről a diszkordancia jelenség és az MT mérések alapján (Lantos Miklós, Nagy Zoltán, 1970: Újabb adatok a Kisalföld mélyszerkezetéről, Földtani Kutatás. XIII. 1.) feltételezzük, hogy paleozoos képződmények építik fel.

A szelvény elején (720–740° között) laposabb, a 750–800° pontok között határozottabb boltozat alakult ki.

A kimutatott szerkezeti elemek új adatokat jelentenek a nyersanyagkutatás számára.

1.4.2 Szeizmikus reflexiós mérések a Mecsek-hegység DK-i előterében

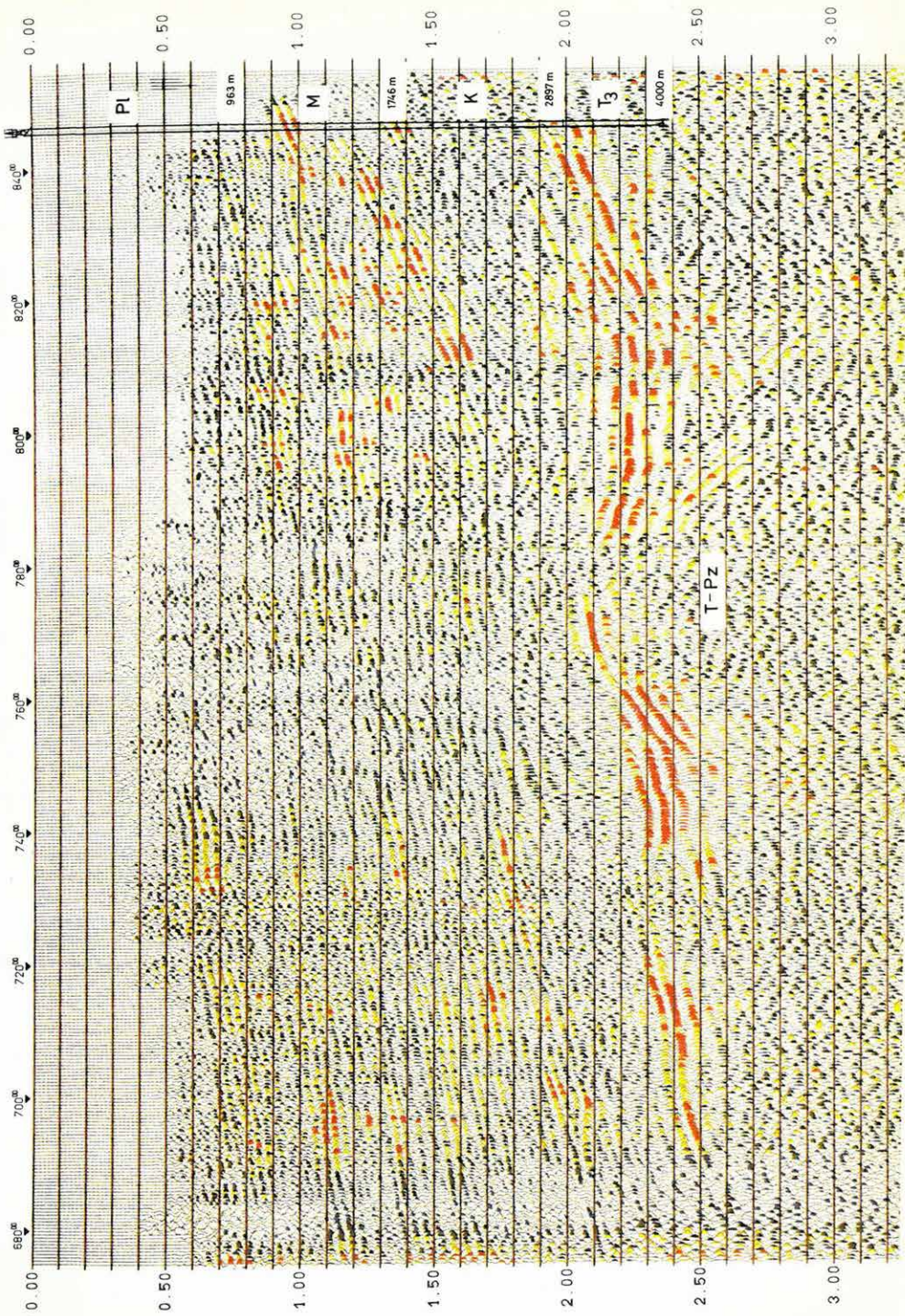
Az MK-2/78 reflexiós vonal mérését a Mecsek-hegység É-i előterében Abaligetnél fejeztük be (lásd: 1978. Évi Jelentés). A Mecsek-hegység harántolásához bizonyos terepi felvételezési és feldolgozási problémákat kell még megoldanunk, ezért a DK-i előtérben végeztünk méréseket. Az MV-1/79 és MV-2/79 vonallal az ellendi medencét és a bolyi medencét vizsgáltuk a Villányi-hegység É-i előteréig (21. ábra).

A MÉV megbízásából 1979–80-ban a görcsönyi kristályos hátságtól K-re dolgoztunk. Az ennek a programnak keretében mért Bo-1/79 szelvény lehetővé teszi, hogy az értelmezéshez felhasználjuk a peterdi Pe-1 fúrást is.

A területen 1961–62-ben végzett refrakciós mérések eredményeivel „A Mecsek- és a Villányi-hegység geofizikai kutatásának eredményei” című 1964. évi ELGI évkönyv és a „Mecsek- és a Villányi-hegység között 1962-ben végzett szeizmikus mérésekről” szóló 1965. Évi Jelentés foglalkozik.

A refrakciós mérésekkel két határfelületet követtek. Az alsó, 5800–6800 m/s határsebességű triász időszaki karbonátos vagy paleozoos metamorf képződménynek minősítették az 1965. Évi Jelentésben. Az ellendi mélyedés és bolyi medence 3200–5000 m/s között változó határsebességű határfelületét középső miocénnek, illetve neogénen belülinek tételezték fel. A 3200–5000 m/s-os határsebesség értékek átfedése a paleozoos és mezozoos törmelékes képződményekben mértékekkel és a megfelelő földtani alapfúrások hiánya miatt a különböző szerzőknél ettől eltérő földtani értelmezéssel is találkozunk.

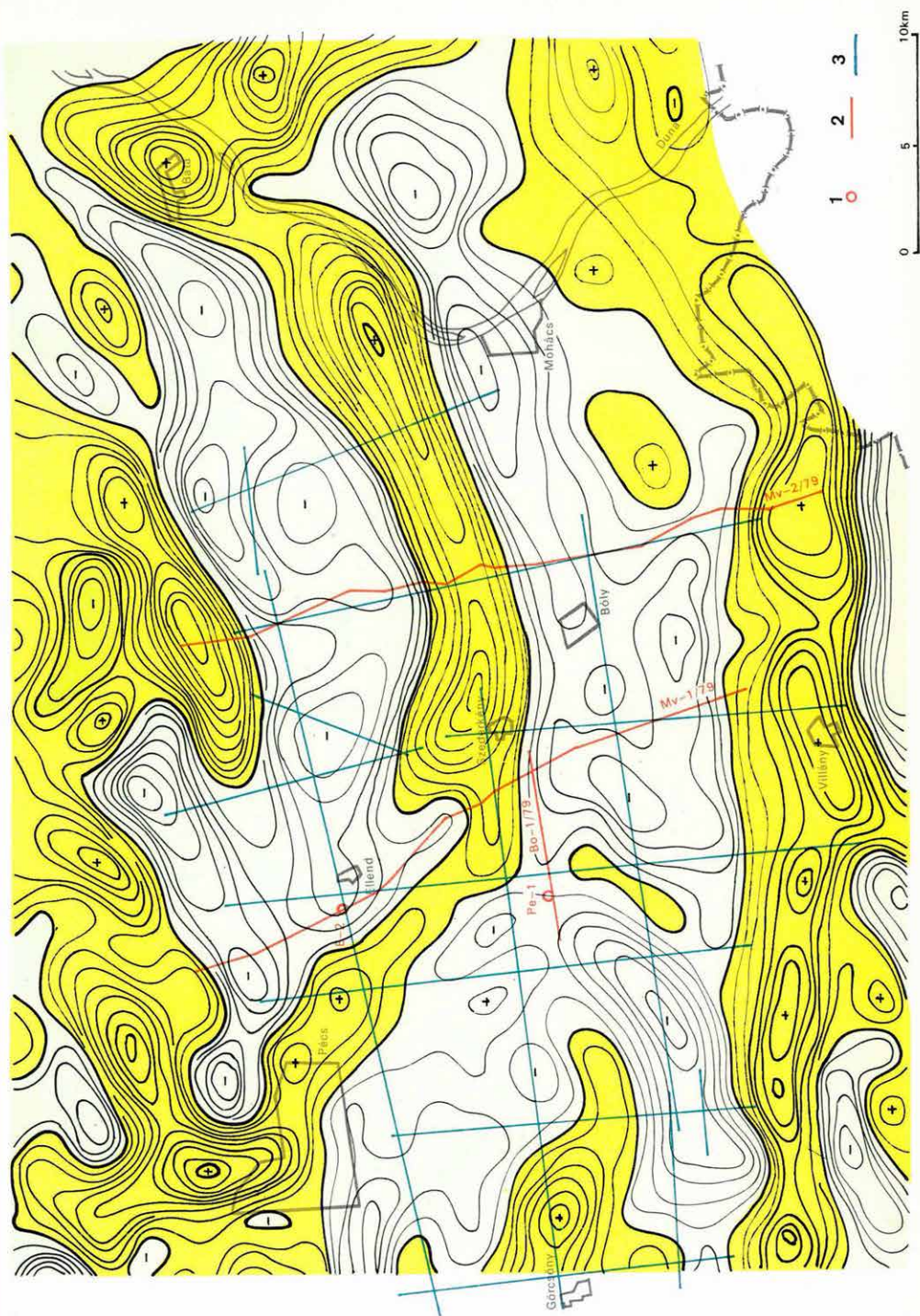
De-1



20. ábra. Az MK-1/79 reflexiós időszelvény időben változó szűréssel

Fig. 20. Reflection time section MK-1/79 with TVF

Рис. 20. Временной разрез МОВ МК-1/79 с фильтрацией, изменяющейся по времени



21. ábra. A Mecsek-hegység DK-i előterének gravitációs maradékanomália térképe a szeizmikus vonalakkal

1 – mélyfúrás; 2 – szeizmikus reflexiós vonal; 3 – szeizmikus refrakciós vonal

Fig. 21. Gravity residual anomaly map of the southern foreground of the Mecsek Mts with the location of seismic profiles

1 – borehole; 2 – seismic reflection profile; 3 – seismic refraction profile

Рис. 21. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести юговосточного предгорного района гор Мечек, с сейсмическими профилями

1 – глубокая скважина; 2 – профиль МОВ; 3 – профиль КМПВ

V.S.C.

V.S.C.

V.S.C.

MeR-61/7

N&R-2

N&R-1

MeR-62/2

72.00

1.00

218.00

233.00

233.00

233.00

233.00

233.00

233.00

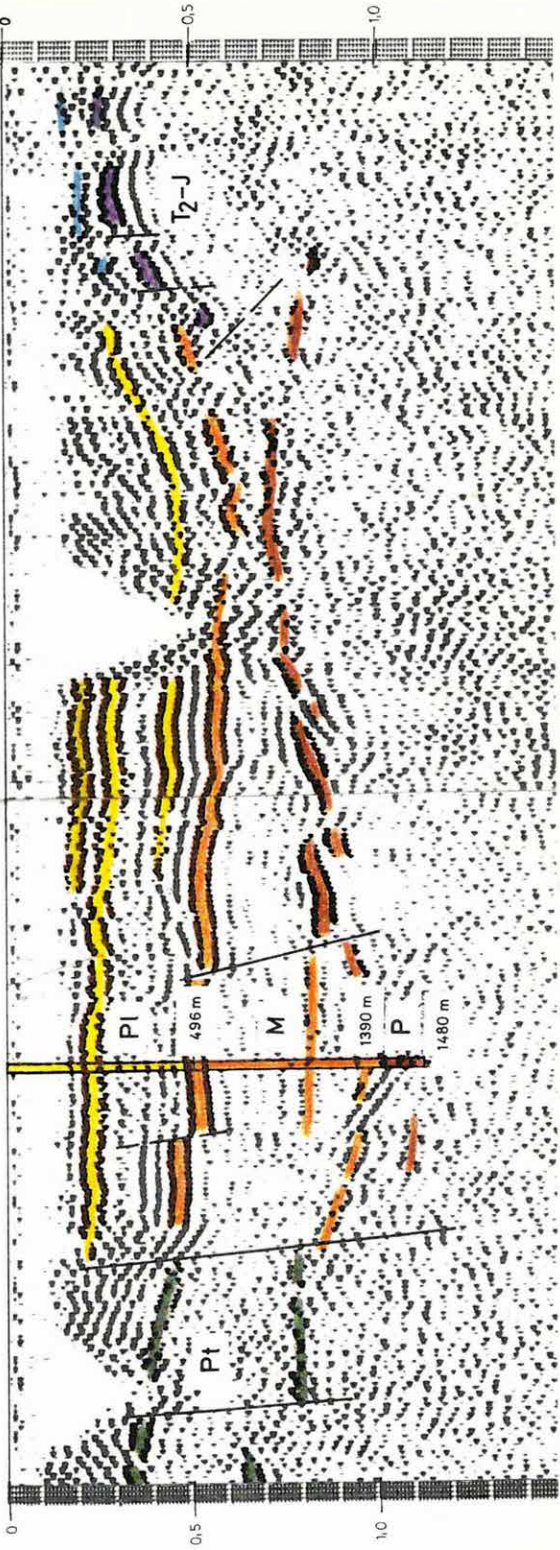
233.00

SE

NW

50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00 150.00 160.00 170.00

E-2



22. ábra. MV-1/79 reflexiós időszelvény részlet, szűrés: 15–30 Hz

Fig. 22. Part of reflection time section MV-1/79, filter: 15–30 Hz

Рис. 22. Отрезок временного разреза МОВ MV-1/79, фильтрация: 15–30 гц

V.S.C.

V.S.C.

V.S.C.

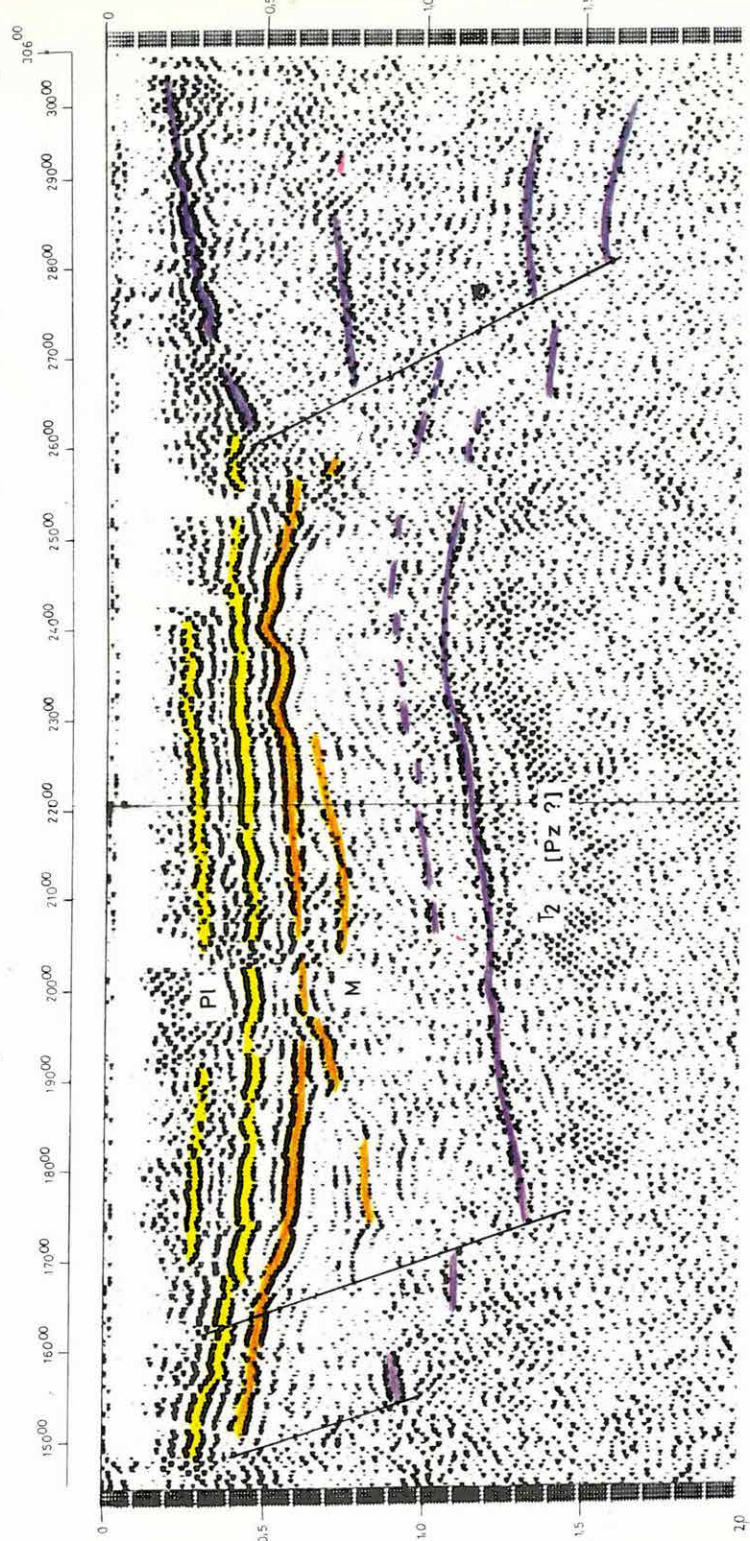
V.S.C.

MeR-62/3

246.00

N

S



23. ábra. MV-2/79 reflexiós időszelvény részlet, szűrés: 15–30 Hz

Fig. 23. Part of reflection time section MV-2/79, filter: 15–30 Hz

Рис. 23. Отрезок временного разреза МОВ MV-2/79, фильтрация: 15–30 гц

A Bo-1 szelvény (31. ábra) szerint a bolyi medencében középső triásznál fiatalabb képződmények vannak. Ezért szelvényeink földtani értelmezésénél az 1965. évihez hasonlóan jártunk el: a 3200–5000 m/s-os vezérszintet, amit a bemutatott szelvényrészleteken narancssárga színnel jelöltünk, miocén összlet felszínéként értelmeztük.

A 22. ábrán az MV-1/79 szelvény ellendi medencében mért szakaszát mutatjuk be. Az E-2 fúrás permii törmelékes képződményekben állt meg, amelyre a szederkény-bátai középső triász-jura vonulat képződményei felpikkelyeződtek. A miocén–pliocén határ közelítőleg egybeesik a felső refrakciós felülettel.

Az MV-2 vonal bolyi medencében mért szakasza a 23. ábrán látható. Érdekes a 225–260° pontok közötti rész, ahol a Villányi-hegység É-i előterében a miocénnek értelmezett képződmények felszíne erősen gyűrt, redőzött felépítést mutat. Az alsó, 1,2 s-nál levő, aljzatként értelmezett reflexiós szint minősítése fúrás hiányában nehéz. A régebbi refrakciós mérésekből meghatározott 6800 m/s határsebesség és az intenzív zavarok megjelenése erősen átalakult, rétegzetlen képződményre utal.

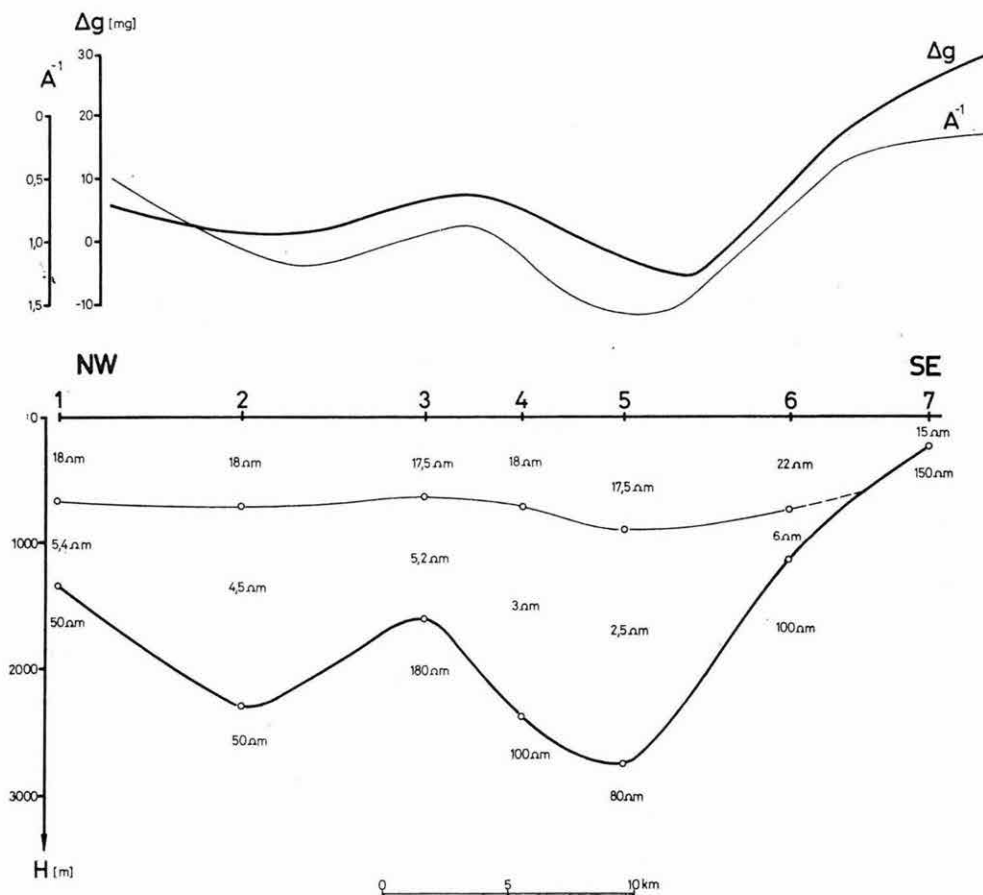
Az MV-2 szelvény bolyi medencében mért szakasza fúráshoz nem csatlakoztatható, ezért minden nyitott kérdést sajnos nem sikerült megoldanunk. A bemutatott szelvényrészleten ugyanis felismerhető, hogy a miocénként értelmezett, narancssárgával jelölt szint alatt D felé emelkedő, kiékelődő rétegfejekre utaló (ugyancsak narancssárgával jelölt) beérkezések láthatók. Ez a szakasz a refrakciós mérések szerint is megnövekedett, 5000 m/s határsebességű. Ez arra utal, hogy itt idősebb képződmények megjelenése sem kizárt. Ezeket a kételyeket csak további kiegészítő reflexiós és MT mérések dönthetik el, néhány földtani alapfúrás segítségével.

A terepi méréseknél elég sok nehézségünk volt; a vonalakat kénytelenek voltunk többször megtörni, a robbantópontokat oldalirányban kihelyezni. A jövőben várhatóan egyre több hasonló nehézségünk lesz, ezért az MV-1/79 vonal egy szakaszát „slalom line” módszerrel dolgozzuk fel a Geofizika n. p. Brno-val való tudományos-műszaki együttműködés keretében. Ennek tapasztalatairól következő Évi Jelentésünkben számolunk be.

1.4.3 Tellurikus és magnetotellurikus mérések a Balaton–Velencei-tó vonalától D-re

1979. évi kutatási területünkön (Siófok–Tamási–Sárbogárd–Velence–Székesfehérvár) 350 TE pontot és 20 MT szondázást végeztünk. Az MT szondázásokat középmélységű mesterséges frekvenciaszondázással egészítettük ki. A fentiek túl Karád–Tab–Iregszemcse térségében 50 TE ponttal sűrítettük az 1978. évben mért ritka hálózatot. 5 ponton végeztünk bázisösszemérést, hogy dunántúli méréseinkből egységes térképet szerkeszthessünk. A Tab, Ádánd és Cece környéki TE bázison MTS méréseket végeztünk.

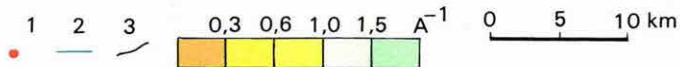
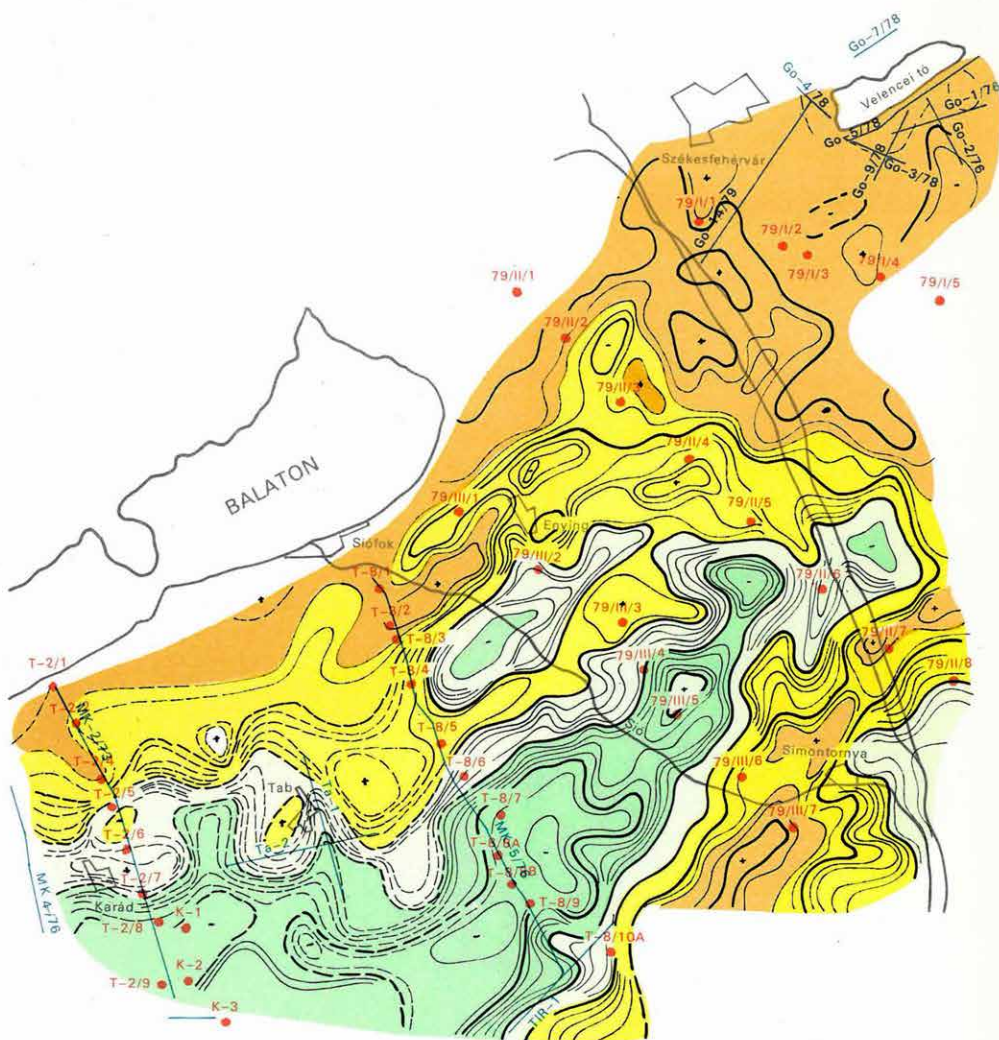
A TE mérések eredményét a 24. ábra izoarea térképén mutatjuk be. A Karád–Tab–Iregszemcse sávban több helyen sikerült kisebb, önálló anomáliákra (maximum-minimum párra) felbontani a korábbi ritka mérési hálózat alapján fűrészfogszerűnek szerkesztett anomáliasort. Bár mérési hálózatunk még további kiegészítést igényel, a tellurikus izoarea térképén is jól kirajzolódik a Balatontól D-re levő paleozoos vonulat előterében levő emelt helyzetű rögvonulat. A neogén és újpaleozoos–mezozoos kis ellenállású képződmények kivastagodása ettől az övtől D-re következik be. Az izoarea térkép erősen hasonlít a Bouguer-anomália térképre. Jelentősebb eltérés a Velencei-tótól DNy-ra található (Tác–börgöndi gravitációs minimum). A kismélységű területen a tellurikus képet az aljzat ellenállásváltozásai jobban befolyásolják, mint



25. ábra. III/79 magnetotellurikus szelvény

Fig. 25. Magnetotelluric profile No. III/79

Рис. 25. Магнитотеллурический профиль III/79



24. ábra. Tellurikus izoarea térkép a Balaton–Velencei-tó közötti területről
1 – MTS pont; 2 – szeizmikus vonal; 3 – tellurikus isoarea vonal

Fig. 24. Telluric isoarea map of the region between lakes Balaton and Velence
1 – magnetotelluric sounding; 2 – seismic profile; 3 – A^{-1} isoline

Рис. 24. Карта теллурических изоареал для района между озерами Балатон и Веленце
1 – пункт МТЗ; 2 – сейсмический профиль; 3 – изолинии A^{-1}

a mély területeken. Ugyanakkor feltételezhető, hogy az aljzaton belül sűrűség-változások is vannak.

A tellurikus és gravitációs térkép nagyobb anomáliáit magnetotellurikus mérésekkel vizsgáltuk, ÉNy-DK-i irányú szelvények mentén. A 25. ábrán az Enying-Simontornya között mért III/79 jelű szelvényt mutatjuk be. A szelvényen feltüntettük a Δg és A^{-1} értékek változásait is. Az MTS szelvényeken követett nagyellenállású szint feltehetően a harmadidőszaki medence aljzatával azonos, amit megerősít a Bouguer-anomáliákkal való jó korreláció is.

Az MT szondázások alapján értelmezhető az A^{-1} és Δg értékek egyes területeken tapasztalt eltérése (ELGI 1978. Évi Jelentése). Pl. a balatoni paleozoos vonulattól délre, a Bouguer és tellurikus minimum területén, az aljzat ellenállása rendkívül kicsi. Az A^{-1} — Δg kapcsolatban kapott helyi különbségek az aljzat minőségének megváltozását jelentik.

1.5.1 Karszt- és termálvíz kutatás*

Hazánkban az ivóvíz és az ipari víz kutatása mellett egyre nagyobb szerephez jut a nagyobb mélységű termálvíz, illetve a geotermikus energia kutatása.

A hazai legfontosabb víztároló képződmények a mezozoos karbonátos kőzetek. Ezek térbeli kiterjedése és a szerkezeti elemek meghatározása fontos információt jelent vízkutató fúrás helyének kijelölésekor. Ilyen feladat megoldására szeizmikus reflexiós méréseket végeztünk Szigetvár környékén, ahol a jó víztároló kréta időszaki mészkő képződmények elterjedését nyomoztuk. A mérések földtani értelmezését színes, migrált időszelvényen mutatjuk be (26. ábra). A szelvény déli végén levő két fúrásból (Sze-1, Sze-2) kiindulva a kréta időszaki váztároló mészkő képződmény jól követhető a szelvény 30° pontjáig, ahol a zavarzóna (feltételezhetően törés) a kréta időszaki képződmények határát is jelenti. Töréses zónát jeleztek méréseink a kréta képződményeken belül is, ezért fúrást ide javasoltunk telepíteni (Sze-3). A fúrás igazolta a törés és a kréta képződmény létét, azt az előre jelzett mélységtartományban érte el és a fúrásból szabadkifolyásos, 560 l/perc vízhozamú, és 60 °C hőmérsékletű termálvizet nyertek.

1.5.2 A Maros hordalékkúp geofizikai kutatása**

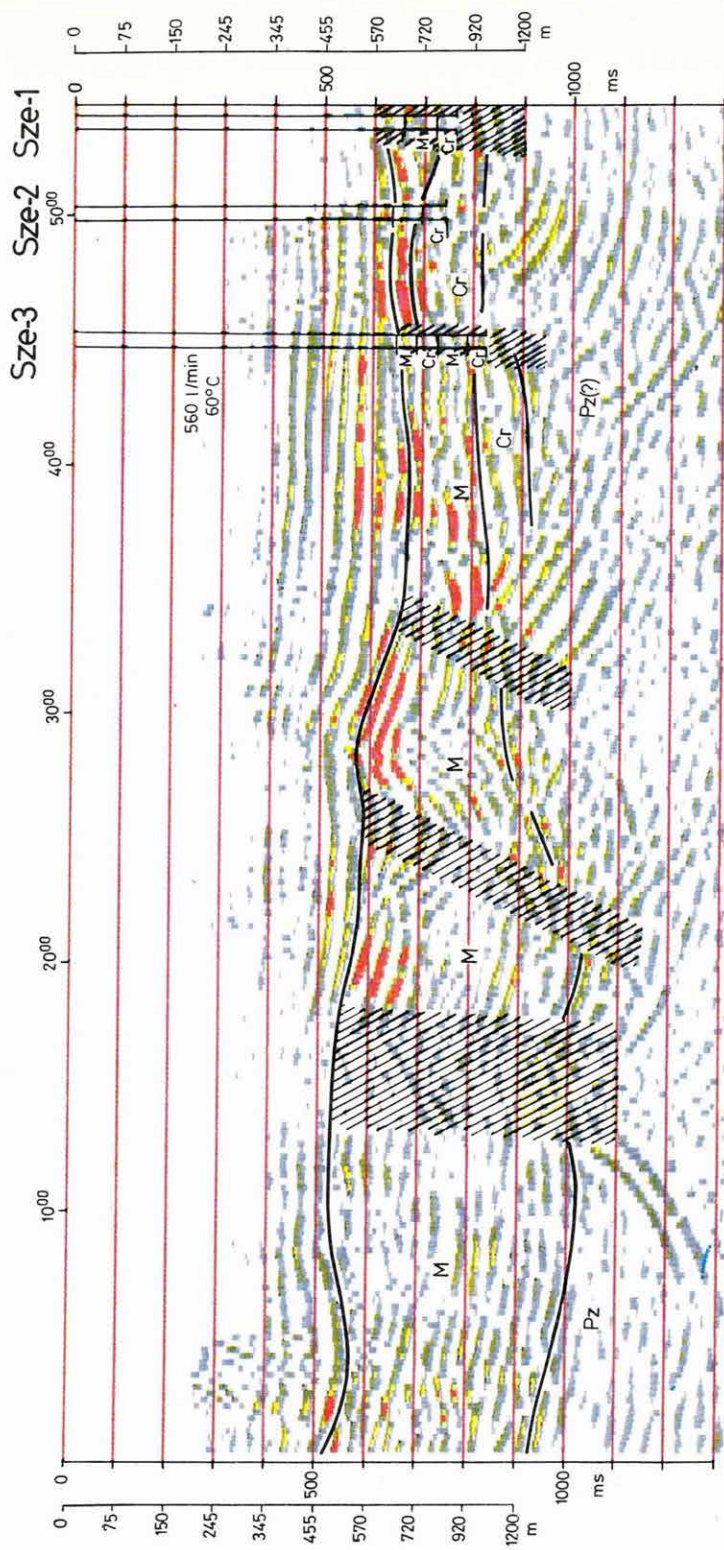
A KFH megbízása alapján folytattuk a Maros hordalékkúp geofizikai vizsgálatát. A program keretében áttekintő VES és GP méréseket végeztünk az Elek–Csanádapáca–Mezőkovácsháza–Battonya helységek által határolt háromszögben, amely az É-i szélén átfedéssel csatlakozik az 1978-ban vizsgált területhez, ahol 1978-ban 4 kutató-értelmező fúrást mélyítettek. A fúrások térségében szeizmikus reflexiós méréseket és kísérleti mesterséges frekvenciaszondázásokat, a fúrásokban pedig a rutin karotázs vizsgálatokon kívül – módszerfejlesztési céllal – néhány GP-szelvényezést végeztünk.

* Hoffer E., Rákóczy I.

** Draskovits P., Hobot J.

N

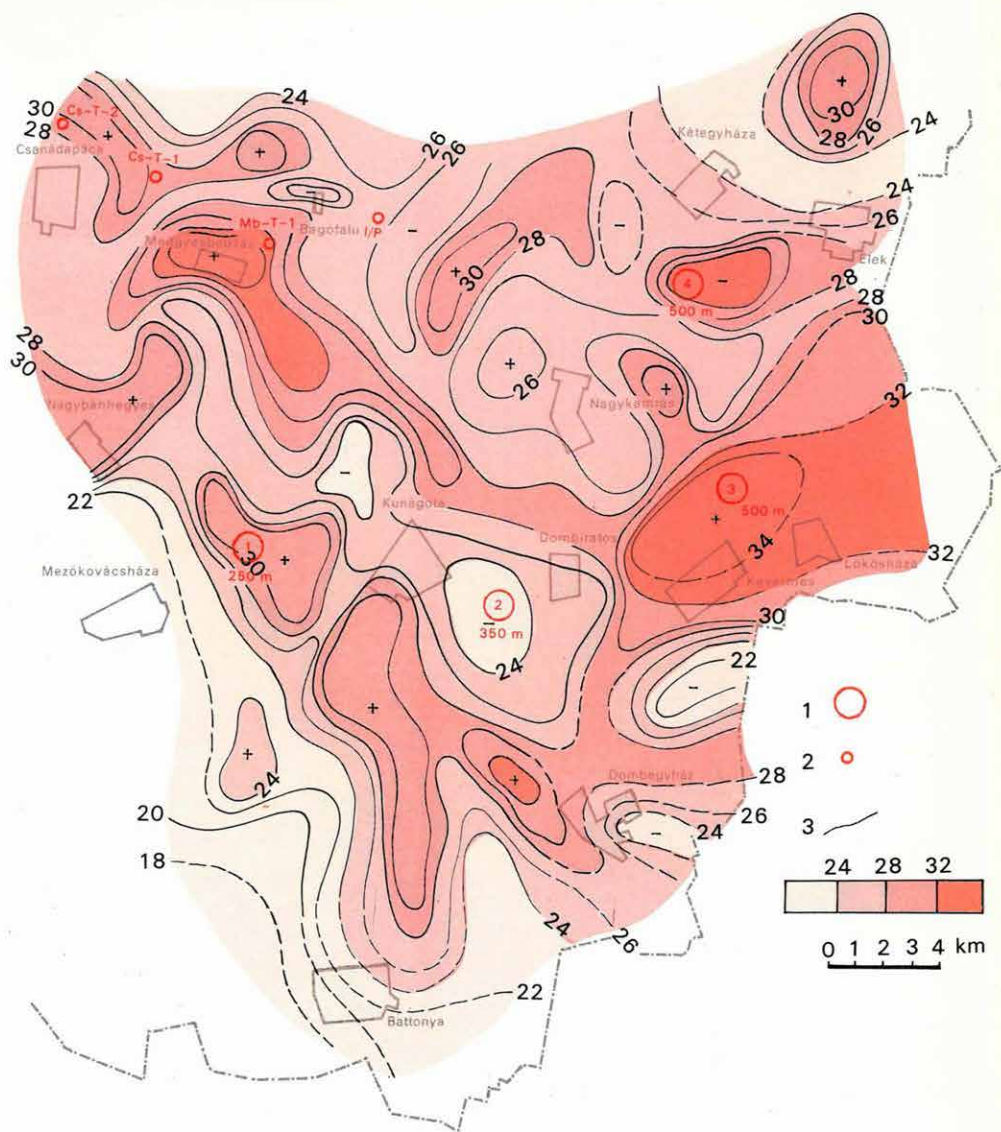
S



26. ábra. Migrált szeizmikus reflexiós időszelvény Szigetvár környékén, amplitúdónagyság szerinti színezéssel

Fig. 26. Migrated seismic reflection time section near Szigetvár, coloured according to reflection amplitudes

Рис. 26. Временной разрез с миграцией из района Сигетвар, с раскраской по амплитудам



27. ábra. A Maros hordalékkúp kutatásában a felszínközeli rétegösszlet fajlagos ellenállásának térképe

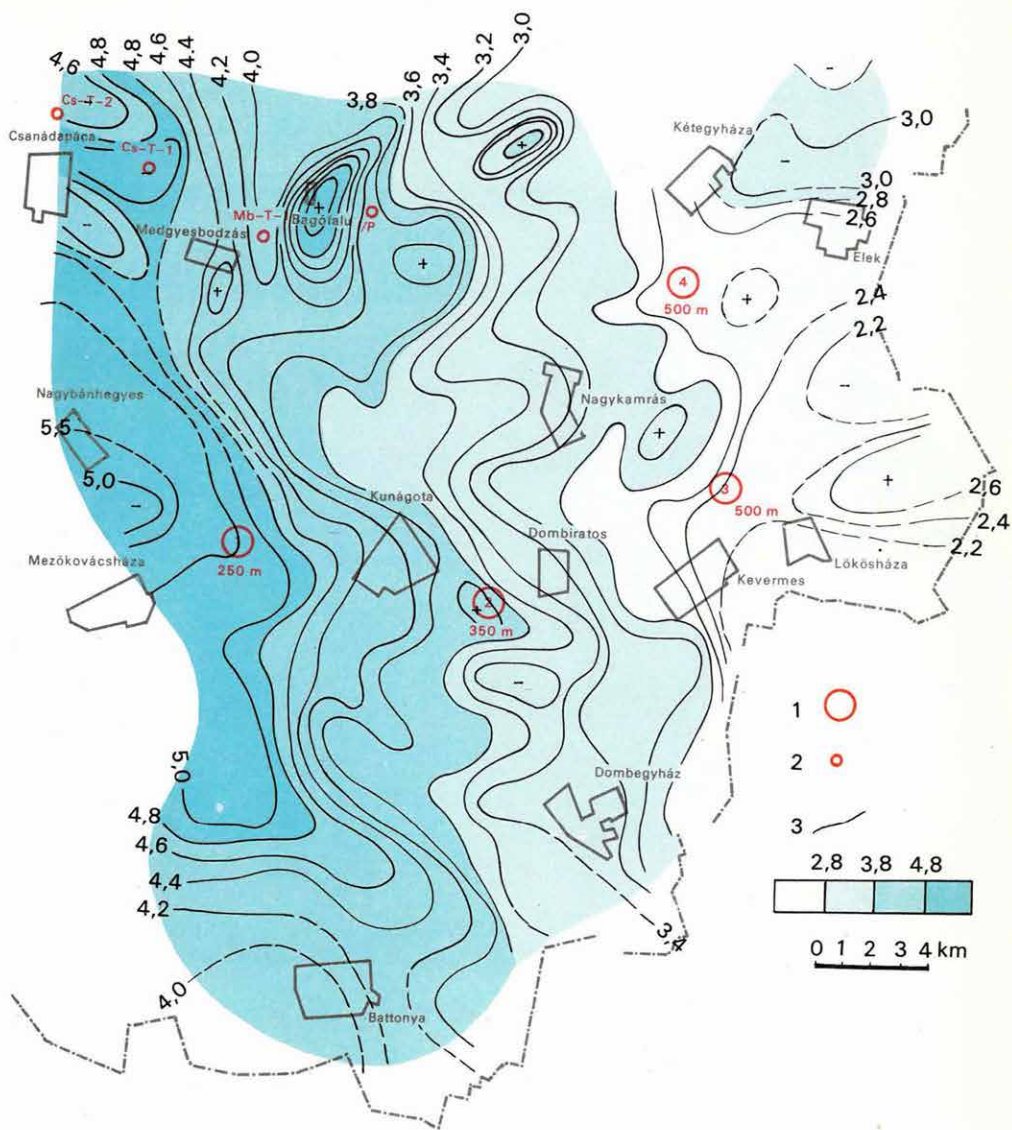
1 – javasolt fúrás (sorrendiség és mélység megjelölésével); 2 – mélyfúrás; 3 – fajlagos ellenállás (ohmm)

Fig. 27. Distribution of specific resistivity of the near-surface layer of the alluvial cone of the river Maros

1 – suggested drilling (with order of importance and depth); 2 – borehole; 3 – specific resistivity (ohmm)

Рис. 27. Карта удельного сопротивления толщи приповерхностных отложений в районе конуса наносов реки Марош

1 – места предлагаемые для бурения (с указанием очередности и глубины бурения); 2 – глубокая скважина; 3 – удельное сопротивление (омм)



28. *ábra.* A Maros hordalékkúp kutatásában a látszólagos polarizálhatóság térképe (AB=640 m)

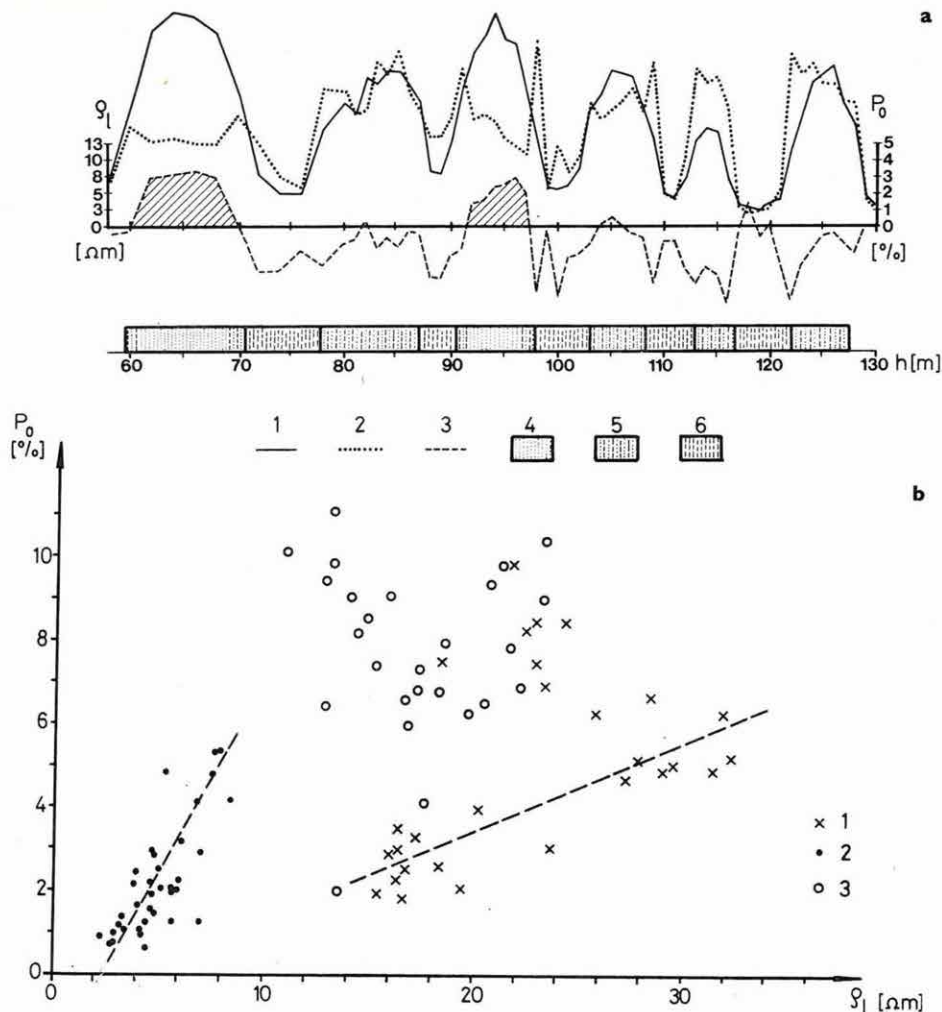
1 – javasolt fúrás (sorrendiség és mélység megjelölésével); 2 – mélyfúrás; 3 – látszólagos polarizálhatóság ($P_0\%$)

Fig. 28. Map of apparent polarizability (AB=640 m), alluvial cone of the river Maros

1 – suggested drilling (with order of importance and depth); 2 – borehole; 3 – apparent polarizability ($P_0\%$)

Рис. 28. Карта кажущейся поляризуемости (AB=640 м) в районе конуса наносов реки Марош

1 – места, предлагаемые для бурения (с указанием очередности и глубины); 2 – глубокая скважина; 3 – кажущаяся поляризуемость ($P_0\%$)



29. ábra. Kísérleti GP mérés a Csanádapáca T-1 fúrásban

a – pontszerű GP mérés szelvénye
 1 – Q_e görbe; 2 – P_o görbe; 3 – $\log MFT$ görbe; 4 – tiszta homok;
 5 – agyagos homok; 6 – agyag
 b – GP és ellenállás értékek összefüggése
 1 – tiszta homok; 2 – agyag; 3 – agyagos homok

Fig. 29. Experimental IP measurements in borehole Cs. T-1

a – IP measurements at discrete points
 1 – Q_e curve; 2 – P_o curve; 3 – $\log MFT$ curve; 4 – clean sand;
 5 – shaly sand; 6 – shale
 b – relationship between resistivity and apparent polarizability
 1 – clean sand; 2 – shale; 3 – shaly sand

Рис. 29. Опытные измерения по методу ВП в скважине Cs. Т-1

a – график точечного измерения по методу ВП
 1 – кривая Q_k , 2 – кривая P_o , 3 – кривая логарифма метал-фактора,
 4 – чистые пески, 5 – глинистые пески, 6 – глины
 b – зависимость величин ВП и сопротивлений
 1 – чистые пески; 2 – глины; 3 – глинистые пески

A terület egészére vonatkoztatható üledékföldtani–hidrogeológiai következtetéseket a VES és GP mérések eredményei alapján tehetünk. A geoelektromos ellenállásmérések – mint az előző évben is – kimutatták a vizsgált összlet hármas tagozódását, amelyet a fúrások, s az azokban végzett földtani vizsgálatok eredményei is igazoltak. Kimutatható volt a nagyobb fajlagos ellenállású, felszínközeli rétegösszlet (27. ábra), amely vastagságában és fajlagos ellenállásában változatosabb felépítésű, helyenként – főleg a vizsgált terület ÉK-i részén – több rétegre bontható. Vízföldtani szempontból érdekes területrészek Kevermes községtől É–ÉK-re, valamint Mezőkovácsháza, Kunágota, Dombegyháza körzetében mutathatók ki, ahol ezeket a 28 ohmm-nél nagyobb fajlagos ellenállás-anomáliák jelölik ki.

Értékesek azok az információk is, amelyek a területi GP mérésekből adódtak. Az 1979-ben készült polarizálhatósági térképek (28. ábra) azt mutatják, hogy a kutatott terület K–ÉK-i részén – Kevermes–Kétegyháza térségében – a polarizálhatóság értékek kisebbek, mint a terület Ny–DNy-i részén. A fúrásokban végzett kísérleti GP-mérések eredményei (29. ábra) alapján arra kell következtetnünk, hogy a felszíni mérésekből kapott anomáliák kialakításában a rétegek szemcseösszetételének különbözősége mellett jelentős szerepe van az összlet erősebben, vagy kevésbé rétegzett állapotának. Az ellenállás és polarizálhatósági mérések együttes feldolgozása, s a fúrások eredményeit is figyelembe vevő komplex értelmezés azt mutatja, hogy a nagy (>28 ohmm) átlagos fajlagos ellenállással és a közepesnél kisebb ($\eta=1,6-2,8\%$) polarizálhatósággal jellemezhető területeken számíthatunk nagyobb vastagságú és kedvező porozitású rétegekre. A kutatott területen a különböző ellenállás- és polarizálhatóság-anomáliák értelmezésére, ezen keresztül a pleisztocén összlet változó felépítésű típusainak üledékföldtani–hidrogeológiai megismerésére további jelentős információkat az 1980-ban mélyítendő kutató fúrásoktól, illetve az azokban végzendő vizsgálatoktól várunk.

A kísérleti jelleggel végzett MFS-mérések tapasztalatai kedvezőek a nagyobb ellenállású összletek szelvénymenti követésében, lencsék, rétegkiékelődések felismerésében. A szeizmikus mérések terepi technológiája, felvétel-anyaga jobb volt, mint az előző évben. A szelvények jól reflektáló határfelületeket jeleznek a 200 m-nél mélyebb tartományban. A felsőbb – vízföldtanilag legkedvezőbb – összletekre azonban nem adnak értékelhető információkat.

1.6 A MECSEK-HEGYSÉG SZERKEZETI ELEMEINEK GEOFIZIKAI KUTATÁSA*

A Mecsek-hegység körzetében 1979-ben csak kisebb mértékű mérésekre került sor a témacsoport keretében. A „Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata” során a bolyi és ellendi medencében dolgoztunk, az eredményeket az 1.4.2 fejezetben ismertetjük.

1.6.1 Szeizmikus mérések az ÉK-i Mecsek feketekőszén-kutatói területen

Az Or-7/78 reflexiós vonal időszelvényének egy részletét 1978. Évi Jelentésünkben közöltük (39. ábra). Az időszelvény további, migrált feldolgozása (30. ábra) elősegíti a vetőkkel, feltolódásokkal szabdalts 100–200 m-es szerkezeti egységek elkülönítését. A széntelepes (J_{1h-s1}) összleten belül a gyűrt formaelemek is felismerhetők.

A migrált időszelvény jól szemlélteti, hogy a reflexiós mérések ezen a bonyolult tektonikai felépítésű területen is alkalmazhatók. 1980-ban a területen vibroseis módszertani méréseket végzünk.

1.6.2 Szeizmikus mérések a Peterd-1 fúrás körzetében

A Mecseki Ércbányászati Vállalat (MÉV) megbízásából 1979-ben reflexiós méréseket kezdtünk a Mecsek és a Villányi-hegység között az újpaleozoos törmelékes képződmények elterjedésének vizsgálatára. A méréseket 1980-ban folytatjuk.

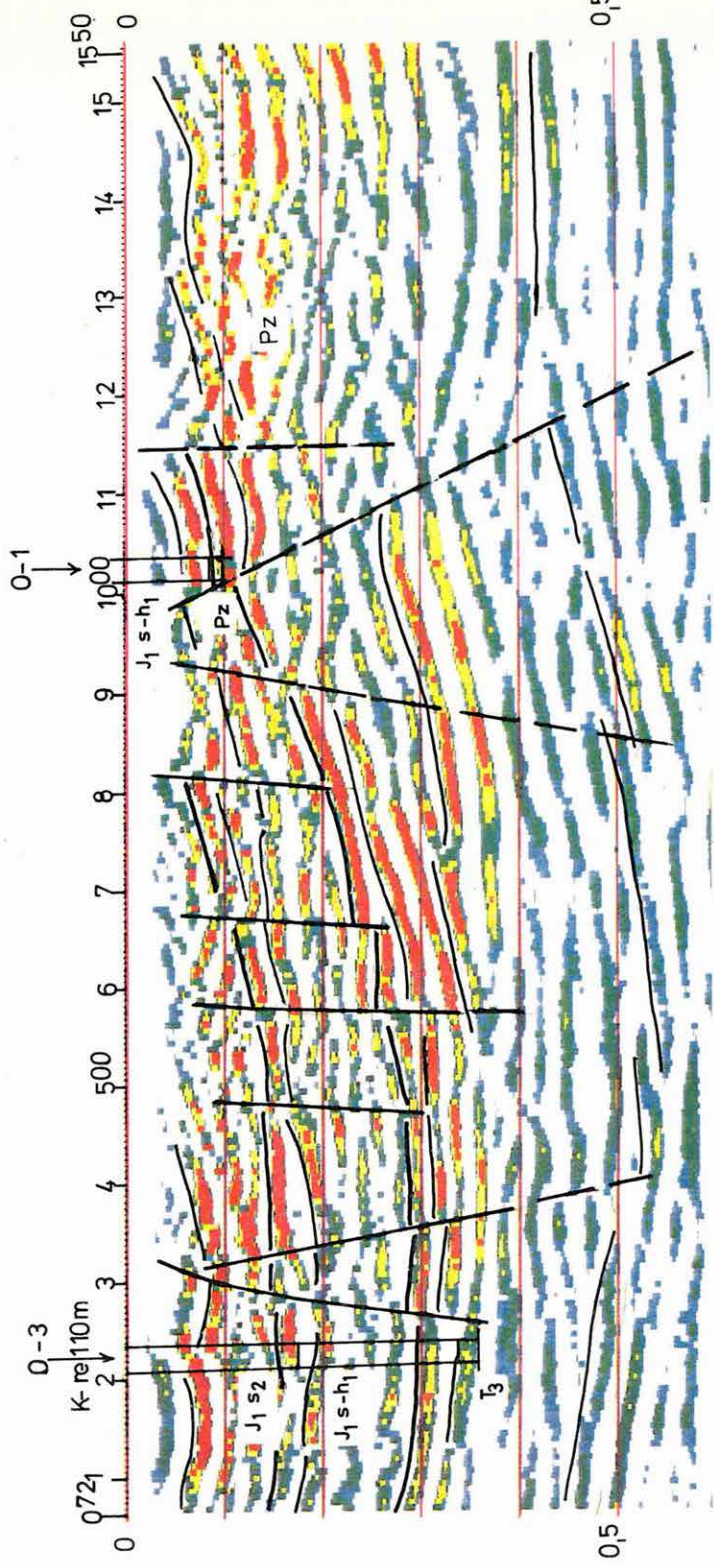
A 31. ábrán a Bo-1 K-Ny-i irányú szelvény egy részletét mutatjuk be, amely keresztezi az MV-1 földtani alapszelvényt.

A Peterd-1 fúrás 402,5 m-ben érte el a triász időszak anizuszi ($T_{1,2}$) képződményeket, majd 977,3–1220 m között jakabhegyi homokkővet [alsó triász(?) felső perm(?)] harántolt, majd kvarcporfirban állt meg.

* Braun L., Kónya A., Ráner G.

A pannóniai képződmények alatt az anizuszi karbonátos kifejlődésű képződmények felszíne nagyon határozottan, jó energiával reflektál. Ez sajnos nagyon erős többszörösöket is létrehozott, így a kvarcporfir test teteje csak nehezen ismerhető fel.

A 150° ponttól K-re a süllyedő aljzat felett egy határfelület kiékelődése figyelhető meg. Ez arra utal, hogy a bolyi medence ezen szakaszán nem számolhatunk kis mélységben újpaleozoos törmelékes képződményekkel. Ezt az eredményt az MV-szelvények értelmezésénél is felhasználtuk.



30. ábra. Or-7/78 migrált reflexiós időszelvény, szűrés: 20–60 Hz

Fig. 30. Migrated reflection time section Or-7/78, filter: 20–60 Hz

Рис. 30. Временной разрез МОВ Ор-7/78, фильтрация: 20–60 гц

NOIR-1
14.5

MV-1
13.20

V.S.C.

V.S.C.

V.S.C.



Pe-1

Pl

T₁ 2

024.5 m

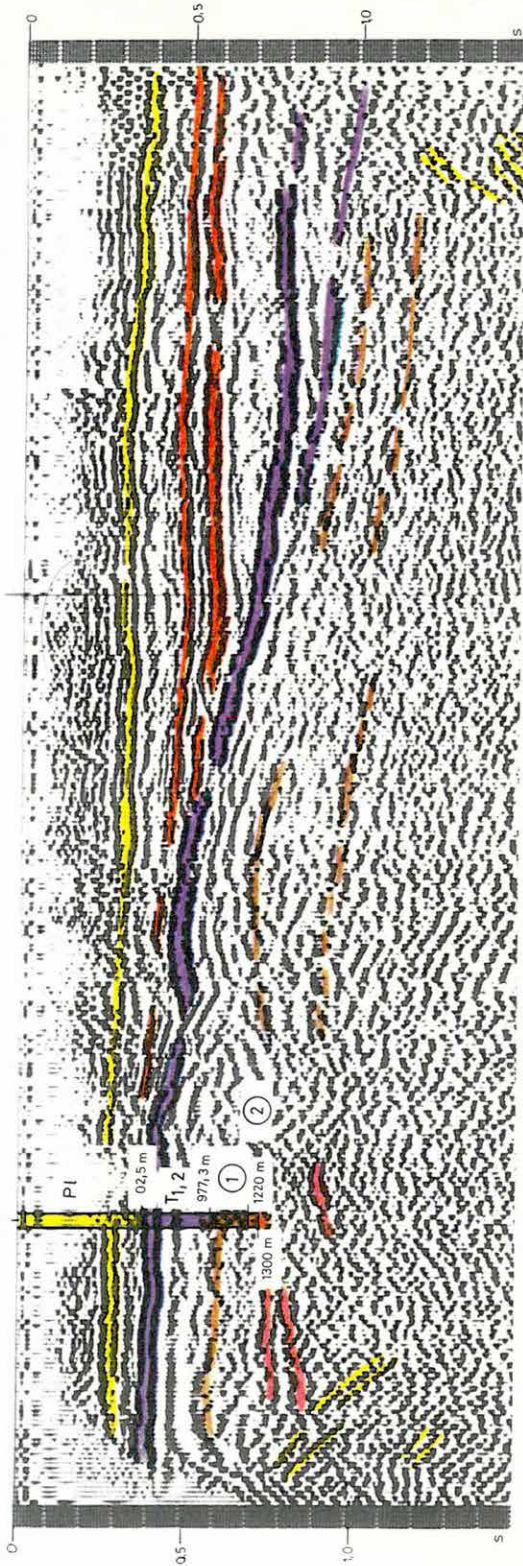
977.3 m

1220 m

1300 m

①

②



31. ábra. Bo-1/79 reflexiós időszelvény

Fig. 31. Reflection time section Bo-1/79

Рис. 31. Временной разрез МОВ Bo-1/79

2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK

A szeizmikus és számítástechnikai módszer- és műszerkutató 1979. évi eredményeiből, eseményeiből az alábbiak említésre méltók:

1. a hortobágyi „néma zóna” területén végzett vibroszeiz mérések;
2. az expedíciós R-10 rendszer szovjet állami bemérése és alkalmazásba vétele, programrendszerének továbbfejlesztése és a terepi mérési eredmények gyors tanulmányozása érdekében végzett munkák;
3. a VIBROSEIS berendezés továbbfejlesztése;
4. a sebességeloszlás meghatározása a Biharkeresztes–Hosszúpályi között húzódó földkéreg- és felsőköpenykutató szelvényen;
5. R-35 típusú számítógép felállítása az ELGI-ben.

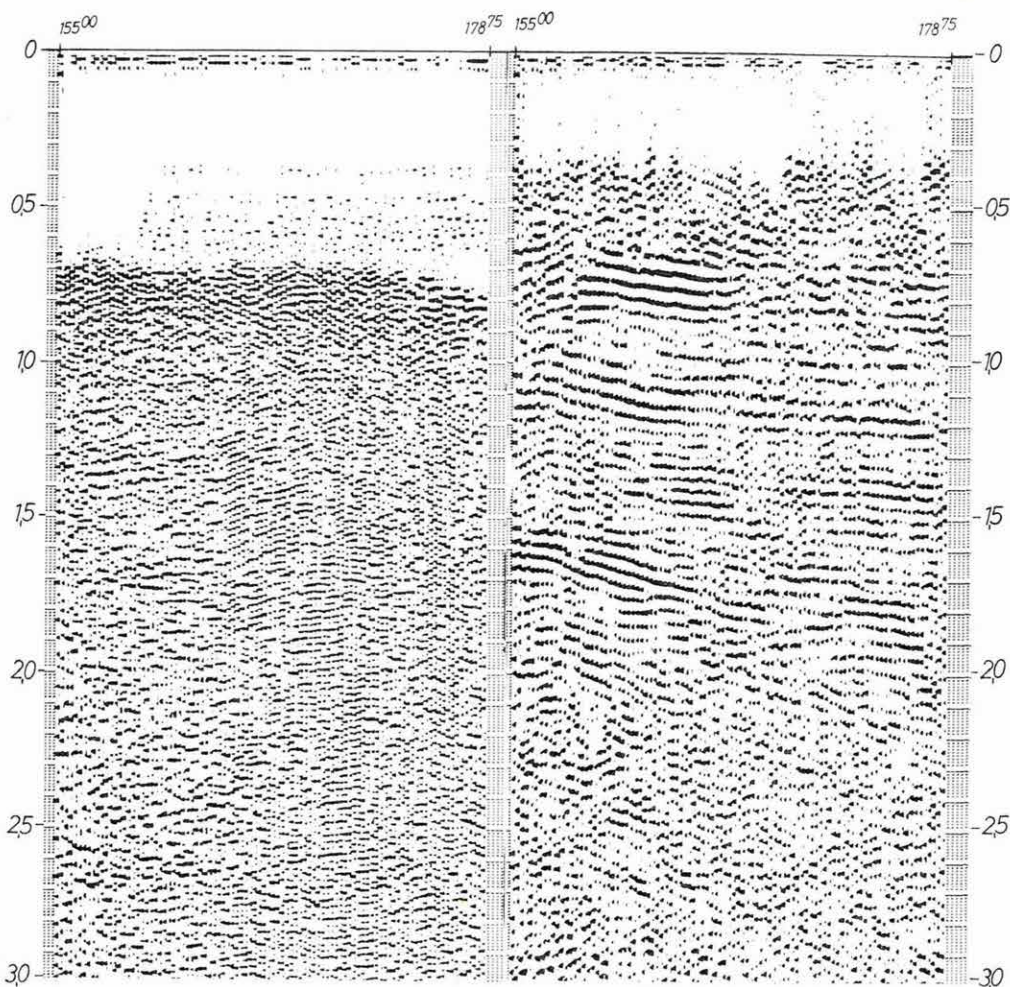
1. A hortobágyi kutatási területen régóta ismert az ún. „néma zóna”. A „néma zóna” a felszínközeli rétegek sajátos felépítésére vezethető vissza, aminek következtében a rengéskeltés energiájának zöme felszíni zavarhullámok gerjesztésére fordítódik. Így a területen rendkívül erősen jelentkeznek a felszíni zavarhullámok és igen gyengék a mélyből érkező hasznos szeizmikus információk.

A területen 1977-ben és 1978-ban a vibroszeiz módszer alkalmazásával már próbálkoztunk és bár a néma zóna peremterületein értünk el eredményeket, a néma zónát harántoló A-14 vonalon mégis több kilométer hosszú értelmezhetetlen szakasz jelezte a néma zóna központi részét.

Legegyszerűbb megoldásként a „zavarból való kiállás” kínálkozott, azonban rendkívül szűk mozgási lehetőséget adott az, hogy a reflexiós energia a robbantóponttól távolodva gyorsan csökken. Így ha – gazdaságossági okokból – a mély területeken megszokott terítéshosszat akartuk használni, akkor a terítés jelentős része vagy a felszíni zavarok zónájába vagy a gyenge reflexiós energia miatt kialakuló rendezetlen zajok zónájába esett.

Hogy a terítéshosszak durva rövidítését elkerüljük, a sekély-reflexiós vibroszeiz mérések során kialakított, a vonalra merőleges geofon- és vibrátor-csoportosításos észlelési rendszert (1978. évi jelentés 59–60. old.) alkalmaztuk, 1000 m-es oldal offsettel. Ezzel elérhető volt, hogy a terítéshosszak csökkentése

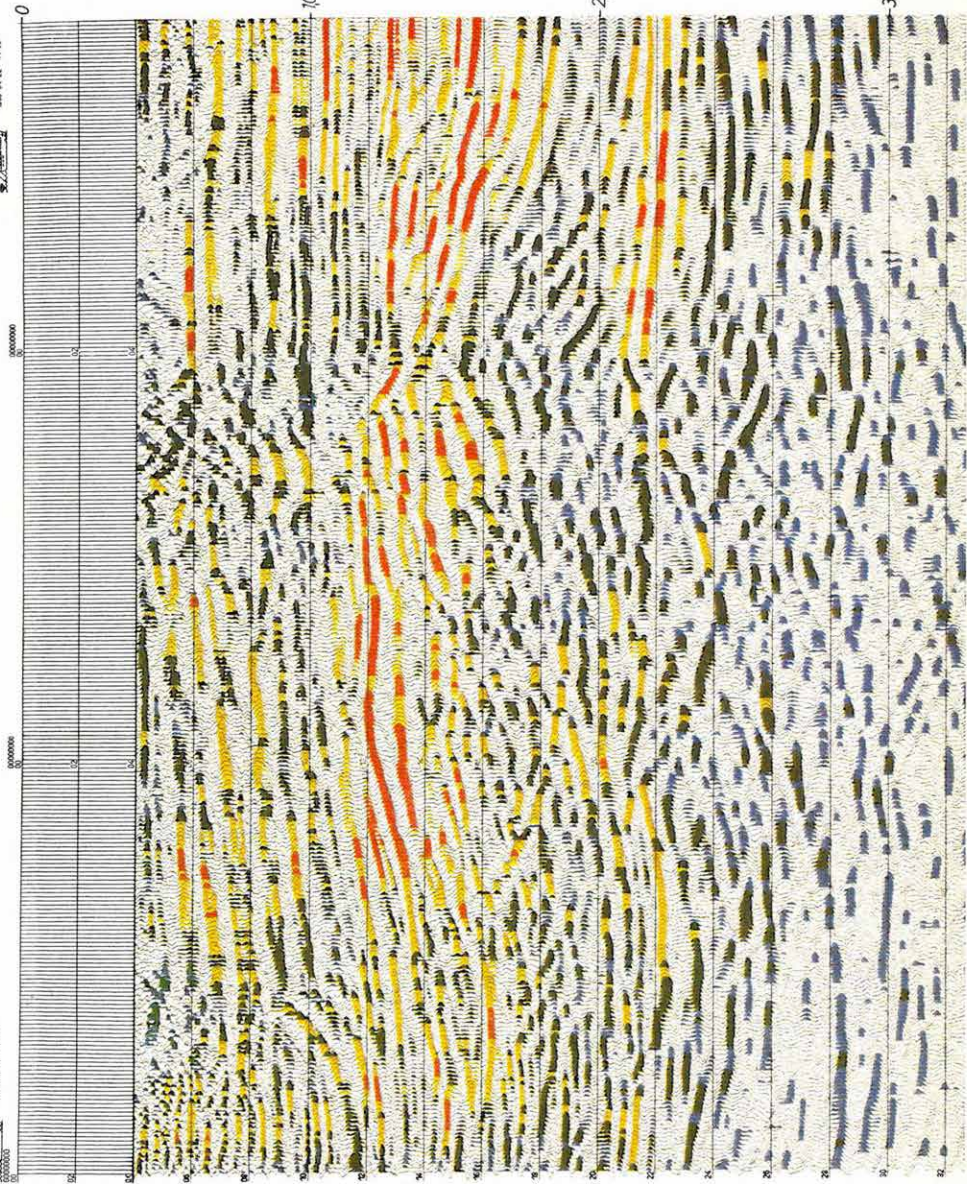
* Albu I., Bodoky T., Korvin G., Petrovics I., Polcz I., Posgay K., Rác I.



32. ábra. A hortobágyi „néma zónában” hagyományos terítési technikával $24 \times 100\%$ fedéssel (I), a vonalra merőleges geofon és vibrátorcsoportosításos észlelési rendszerrel, $12 \times 100\%$ fedéssel (II) kapott szelvényrészlet

Fig. 32. Details of a conventionally measured 2,400% section (I), and of a 1,200%-coverage section obtained with geophone and vibrator groups placed perpendicularly to the profile (II), in the Hortobágy silent zone

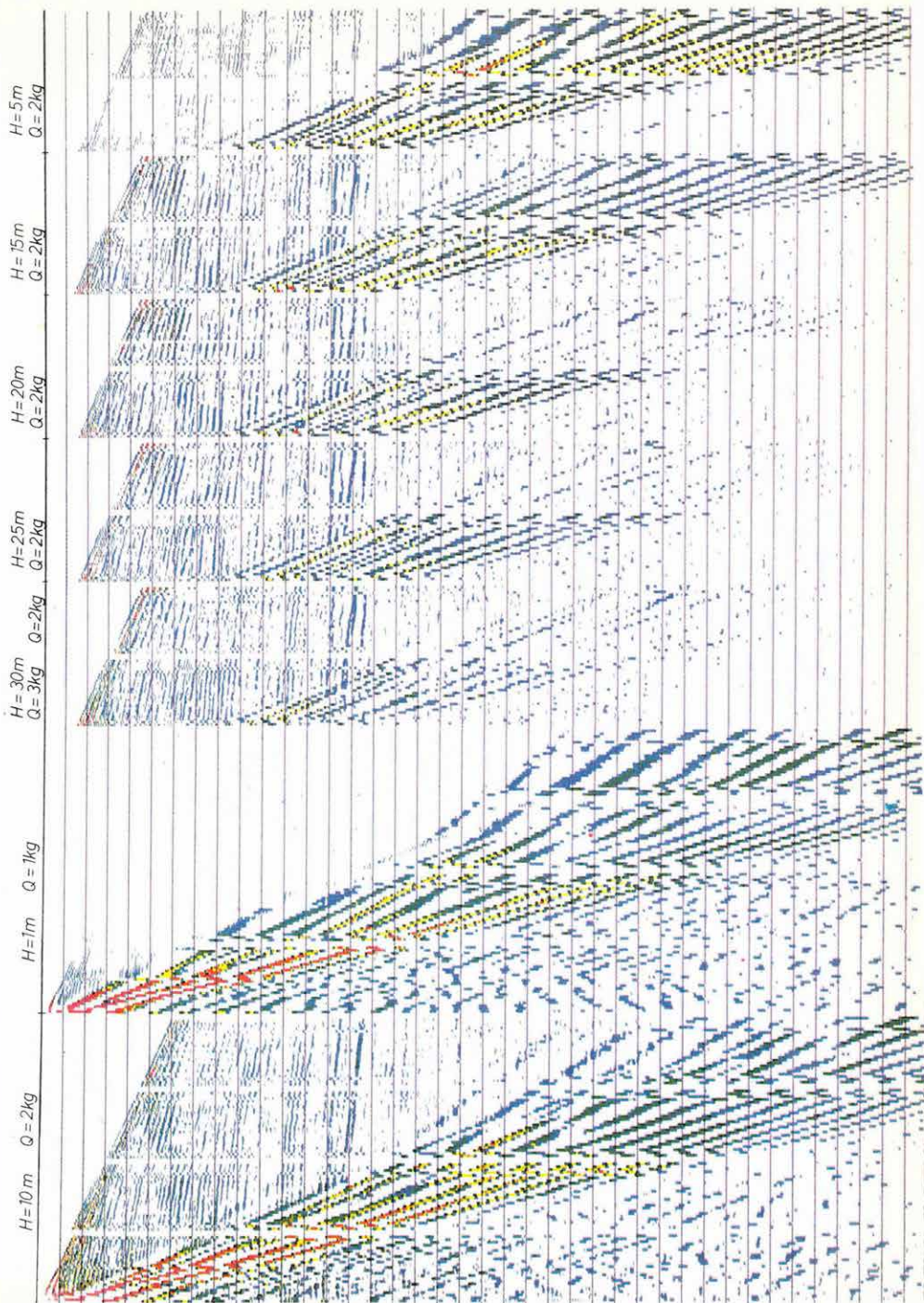
Рис. 32. Отрезки разреза, полученные в Хортрбадской „немой зоне” стандартной техникой наблюдения, при $24 \times 100\%$ перекрытии (I) и системой наблюдений с группировкой сейсмоприемников и вибраторов перпендикулярно профилю, при $12 \times 100\%$ перекрытии (II)



33. ábra. R-10 alapú expedíciós centrumon migrált szelvényrészlet, hullám-
írással kombinált dinamikaírással

Fig. 33. Details of a migrated section processed by the expedition centre based
on the ES-1010 computer; combined wiggle-trace and amplitude
display mode

Рис. 33. Отрезок разреза с миграцией, полученного экспедиционным цент-
ром на базе ЭВМЕС-1010, записанного по комбинированному
способу записи переменной амплитуды и динамики



34. ábra. Kísérleti töltetmélység (H) – töltetnagyság (Q) vizsgálat megjelenítése szelvényíróon. Színlépcső: 12 dB

Fig. 34. Coloured displays showing effect of charge depth (H) and weight (Q) on reflection amplitudes. Steps between colours: 12 dB

Рис. 34. Результаты изучения эффекта глубины (H) и величины (Q) заряда на амплитуды отражений, представление цветным графопроектором. Шкала раскраски – 12 дБ

nélkül a teljes terítés a szűk zavartalan zónába esett. Ez az észlelési rendszer az anyagminőség jelentős javulásához vezetett. Az újramérés során fele fedésszámmal ($12 \times 100\%$) lemért szelvény lehetővé teszi, hogy végig korreláljuk a néma zónától D-re fekvő kiemelt aljzatú és az É-ra fekvő mély területek között a szeizmikus szinteket, meghatározva ezzel az elmélyülés helyét és a két terület szerkezeti összefüggéseit.

Az új mérési metodika eredményességének illusztrálására bemutatjuk az A-14 vonal egy rövid szakaszán a hagyományos és az új terepi technikával kapott mérési anyagok összehasonlítását (32. ábra).

2. Az OMFB-GKNT kisszámítógépes együttműködés újabb fontos állomása volt a szárazföldi expedíciós centrum Szibériában végzett sikeres vizsgálata. A berendezést az elmúlt Évi Jelentésben ismertettük (60–63. old.).

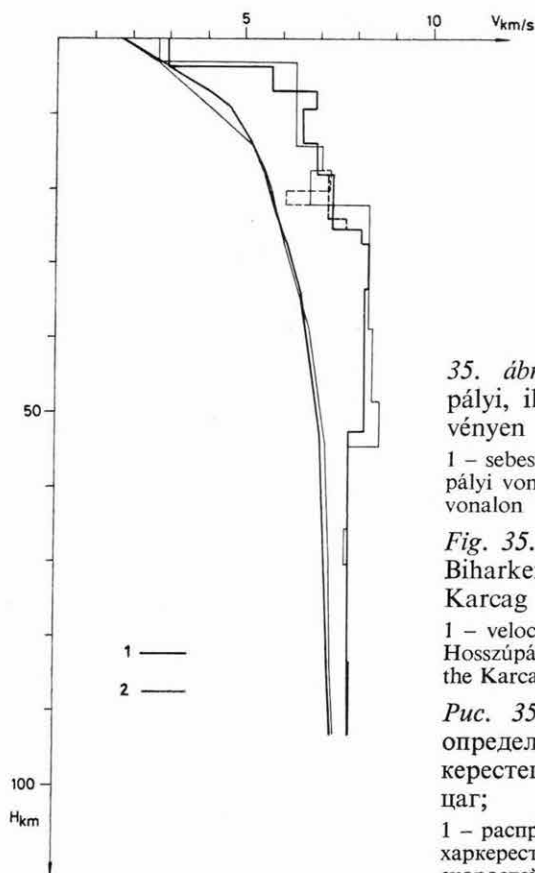
1979-ben az R-10 programrendszerét kiegészítettük az off-line színes plotter programjaival. A 33. ábrán egy R-10-en migrált szelvényrészlet látható, hullámírással kombinált dinamikaírással. A hullámírás lehetővé teszi a jelalak, interferencia jelenségek stb. vizsgálatát digitális amplitúdószabályozás után, míg a színezés a szabályozás előtti amplitúdókra jellemző.

A színes plottert alkalmazzuk a terepi kísérleti mérések paramétereinek gyors vizsgálatára is. A 34. ábrán közös normálással készült anyagon közvetlenül decibelben leolvasható a beérkezések amplitúdója, becsülhető a jel/zaj viszony és látható az egyes paraméterek (töltetsúly, töltetmélység) hatása. A két bal oldali felvételen 96 csatornányi visszajátszás látható. A szeizmométerek 10–960 m távolságban voltak a robbantóponttól. A jobb oldali visszajátszásoknál csak a középső 48 csatornát jelenítettük meg. A szeizmométerköz 10 m volt. Csatornánként egy-egy szeizmométert használtunk.

Mint látható, a kérdéses kutatási területen a reflexiók amplitúdója 10 m-nél nagyobb robbantási mélységek esetén nem változott lényegesen, ennél kisebb mélységű robbantáskor jelentősen gyengült. A zavarhullámok amplitúdója a robbantási mélység növekedésével csökkent.

3. 1979-ben folytattuk a CFS-1 vezérlésű vibroszeiz berendezés továbbfejlesztését is. A termelékenyebb terepi munka érdekében az adatgyűjtő egységet 48 csatornára egészítettük ki. A fejlesztés másik iránya a felvételek jobb terepi megjelenítését tűzte ki célul.

A szeizmikus kutatás eredményességét döntően megszabja a szeizmikus terepi felvételek minősége. A hagyományos amplitúdószabályozott monitor felvételek alkalmatlanok a minőség becslésére. A színes plotterrel a méréssel szimultán visszajátszható dinamikaírással megjelenített szeizmogramok azonban objektív lehetőséget biztosítanak az egyes felvételek energiaviszonyainak felmérésére és az egymást követő szeizmogramok összehasonlítására is. Ezért a terepi berendezésbe egy „Corollpress-4” típusú színes plottert építettünk be és megfe-



35. ábra. A Biharkeresztes-Hosszúpályi, illetve a Karcag környéki szelvényen meghatározott sebességeloszlás
1 – sebességeloszlás a Biharkeresztes-Hosszúpályi vonalon; 2 – sebességeloszlás a karcagi vonalon

Fig. 35. Velocity distributions for the Biharkeresztes-Hosszúpályi and the Karcag profiles

1 – velocity function for the Biharkeresztes-Hosszúpályi profile; 2 – velocity function for the Karcag profile

Рис. 35. Распределение скоростей, определенное по профилям Бихаркерестеш-Хоссупай и района Карцаг;

1 – распределение скоростей по линии Бихаркерестеш-Хоссупай; 2 – распределение скоростей по Карцагской линии

elő programokat fejlesztettünk ki a szeizmogramoknak a terepi észeléssel párhuzamos megjelenítésére.

A plotter kezelő program a szeizmikus információk mérés közbeni, illetve utólagos, mágnesszalagról történő visszajátszását teszi lehetővé. A program paramétereit a terminálon adhatók meg. Üzem módjai a szeizmogram kijátszást, illetve a statikus korrekcióval vagy anélkül kiírt egysátonás (common-offset) időszelvény megjelenítését teszik lehetővé. A színskála maximuma – a „piros határ” – és a skála lépésköze (dB-ben) paraméterként megadható.

4. A szeizmikus földkéreg- és felsőköpeny-kutatások eredményeiből az 1978-ban mért, 1979. év folyamán feldolgozott sebességmeghatározásokat ismertetjük. A terepi méréseket az 1978. évi jelentésben (55–69. oldalán) leírt – Biharkeresztes-Hosszúpályi között kitéűzött – KESz-1 szelvényben (–8,4 km és +32,2 km közötti szelvényt szakaszon) végeztük, Dix rendszerben. Csator-

nánként 3 db 5 Hz önfrekvenciájú szeizmométert használtunk. A csoport hossza 40 m volt. A csoportok középpontja között 200 m volt a távolság. Robbantásonként 12 db 30 m mély lyukba töltve 600 kg robbanóanyagot használtunk. A felvételeket SD 10/21 típusú, 24 csatornás, digitális jelrögzítésű berendezéssel készítettük.

A feldolgozást 16 db felvétellel végeztük el. A statikus korrekcióknál figyelembe vettük a harmadkori üledékösszletet és – a karcagi sebességmeghatározó mérések feldolgozásához hasonlóan – a vonatkozási szintet 2000 m tengerszint alatti mélységre választottuk úgy, mintha itt húzódná a medencealjzat. A vonatkozási szint és a medencealjzat tényleges mélysége közötti eltéréseket statikus korrekcióval számítottuk át. A sebességmeghatározást állandó sebességű összegzéssel (c. v. s) végeztük, kétdimenziós szűréssel kombinálva. Az eredményt kétféle időben változó szűréssel írtuk ki. A szűrőkarakterisztikák azonosak voltak az 1978. Évi Jelentés 44. ábráján bemutatottakkal. A feldolgozás folyamán amplitúdószabályozást nem végeztünk, így az eredeti amplitúdókból kapott energiaképet a színes plotterrel készített kiírásnál figyelembe vehettük. A meghatározott sebességgörbét a 35. ábra mutatja. Összehasonlításuképpen vékony vonallal felrajzoltuk a Karcag környéki sebességmeghatározás eredményét is. A 35. ábrán feltüntetett intervallumsebességeket azzal a feltételezéssel számoltuk, hogy a c. v. s.-el meghatározott sebességértékek átlagnégyzetes (rms) sebességeknek tekinthetők.

A két átlagsebesség görbe lényegében a felső 15 km-es szakaszon tér el egymástól. Ennek oka, hogy a karcagi mérések feldolgozásánál nem volt lehetőség az 5 s-nál kisebb beérkezési idejű reflexiók meghatározására.

Az intervallumsebességeknél már természetesen több eltérést találunk. Ezek az eltérések főleg ott jelentősebbek, ahol az intervallum kis volta miatt a meghatározás hibája is jelentős lehet, így a Mohorovičić diszkontinuitás közelében (25,5 km). Itt nagyobb intervallumokból is meghatároztuk a sebességértékeket és ezeket tüntettük fel folytonos vonallal, míg a kisebb intervallumokból számított sebességeket szaggatott vonal ábrázolja. A számított értékeket az I. táblázat mutatja. A Biharkeresztes–Hosszúpályi szelvényen meghatározott intervallumsebességek 9,3–14 km között kisebb inverziót mutatnak. K. Fielitz grániton végzett laboratóriumi mérései alapján valószínűnek tart ebben a mélységben inverziót a longitudinális hullámok sebességében (Fielitz, 1976. *Explosion Seismology in Central Europe*, Springer Verlag, Berlin). A Mohorovičić diszkontinuitás felett a kis intervallumból számított sebesség a felette levő rétegekéhez képest jelentős növekedést mutat. A meghatározás hibalehetőségének hangsúlyozása mellett megjegyezzük, hogy a szelvényrészlet jellegzetességének megváltozására a különböző szűrésekkel már 1978. évi jelentésünkben is felhívtuk a figyelmet (59. old.).

5. Az előregedett MINSZK–32 számítógép felváltására 1979-ben beérkezett az R–35 bázisú új földtani-geofizikai számítógéprendszer alapkonfigurációja.

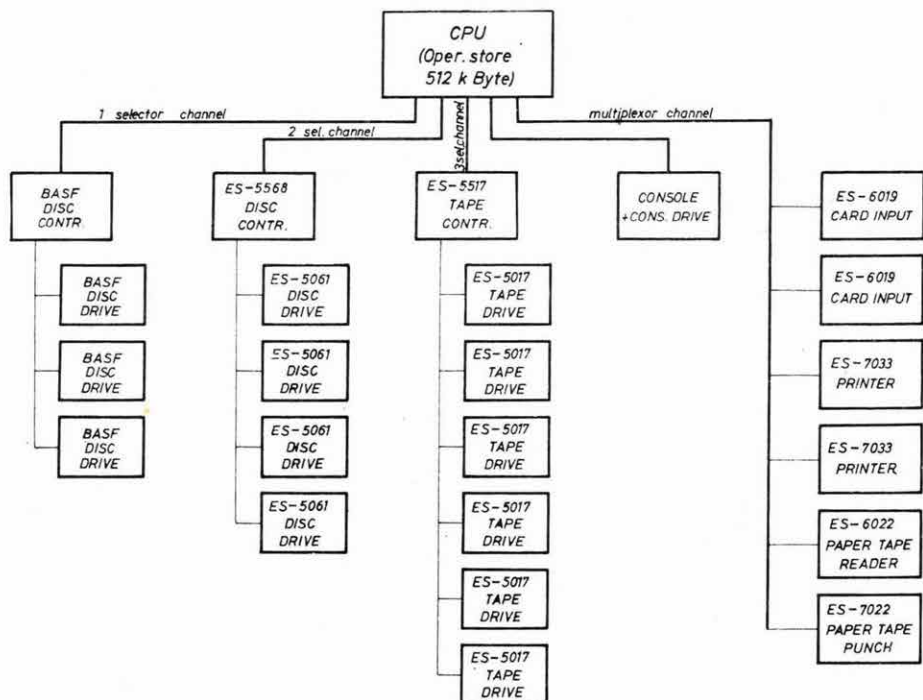
Karcagnál illetve Biharkeresztes-Hosszúpályinál meghatározott sebességeloszlás

Velocity distribution at Karcag and at Biharkeresztes-Hosszúpályi

Распределение скоростей у сс. Карцаг и Бихаркерестеш-Хоссупайи

Karcag				Biharkeresztes-Hosszúpályi			
t_0 [s]	V [km/s]	V [km/s]	H [km]	t_0 [s]	V [km/s]	V [km/s]	H [km]
2,3	2,7	2,7	3,1	2,5	2,9	2,9	3,6
				3,6	4,0	5,7	6,9
				4,3	4,6	6,9	9,3
5,76	5,2	6,34	14,1	5,8	5,15	6,5	14,0
6,72	5,5	7,0	17,5	7,0	5,5	6,9	18,2
7,47	5,7	7,25	20,2				
8,12	5,73	6,1	22,2			7,2	
8,45	5,85	8,3	23,5	8,64	5,86		24,1
				9,02	5,95	7,7	25,5
				9,5	6,08	8,1	27,5
		8,3		11,12	6,45	8,3	34,2
12,16	6,7		38,9			8,2	
14,5	7,0	8,4	48,7				
15,88	7,15	8,6	54,7	15,64	7,0		52,7
18,7	7,25	7,8	65,7				
19,9	7,28	7,7	70,4			7,8	
23,28	7,35	7,8	83,5				
25,84	7,4	7,84	93,5	26,14	7,35		93,7

Az alapgépet új teremben helyeztük el és október 14-én kísérleti üzemelésre adtuk át a felhasználóknak. Az új számítógép az ESzR gépcsalád II. sorozatának tagja, kompatibilitás az IBM 370/145 rendszerrel és így virtuális tárkezelést is megvalósít. Egyúttal rendelkezik olyan emulátorral, mely lehetővé teszi a MINSZK-32 gépre készített programok futtatását is. A vásárolt báziskonfiguráció (36. ábra) geofizikai célszámítórendszerré bővítésének munkálatait megkezdjük. Ez a munka néhány, a geofizikában alkalmazott nem általános célú egység illesztését és speciális software elemek kifejlesztését fogja jelenteni.



36. ábra. ESz-1035 bázisú földtani—geofizikai számítógép alapkonfigurációja
 Fig. 36. Basic configuration of the ES-1035 geological—geophysical computer centre

Рис. 36. Основная конфигурация геолого—геофизической ЭВМ на базе машины ЕС-1035

**GP-4 típusú, nagymélységű, nagy felbontóképességű
gerjesztett potenciálmérő műszer**

A gerjesztett polarizációs módszer hagyományos műszereivel mérhető látszólagos anomália (P_i) kiértékelése, értelmezése rendkívül kevés információt ad az anomáliákat létrehozó képződmények anyagi minőségéről, mennyiségéről, texturális és egyéb tulajdonságairól. Az ELGI 1976-ban egy műszer-módszer-tani kutatást indított meg, amelyet az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, a Központi Földtani Hivatal és az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet közösen finanszíroztak. A kutatási—fejlesztési munka célja:

- olyan műszer kifejlesztése, amellyel széles idő- és frekvenciatartományban nagy pontossággal, felbontóképességgel és behatolási mélységgel megmérhetők a primer (U_p) és szekunder (U_s) elektromos terek,
- olyan számítógépes feldolgozási-kiértékelési eljárás kidolgozása, amely lehetővé teszi az elektromos terek kvantitatív leírását, az ún. dinamikus paraméterek meghatározását,
- a műszer-módszer rendszeres alkalmazása terepi és laboratóriumi körülmények között,
- a kapott eredmények elemzése, azon földtani-geofizikai többletinformáció meghatározása, amely a GP anomáliák kvantitatív minősítését megoldja, vagy más hasznos nyersanyagok kutatásainak hatékonyságát növeli.

A fejlesztés eredményeként létrehozott GP-4 mérőműszer működését blokk-diagramon ismertetjük (37. ábra). Négy földelt elektróda párhoz (MN) nagy-impedanciás illesztő és leválasztó erősítő (A_1) csatlakozik. A természetes potenciált kétfokozatú kézi kompenzátorral (MPS) kompenzáljuk ki. Az ipari és a nagyfrekvenciás zajokra tervezett felülvágó szűrők a HP jelű blokkban helyezkednek el. A primer térnek a közetek ohmikus ellenállásától függő egyenáramú részét a D/A- U_p jelű digitális-analóg konverterrel kompenzáljuk. A lecsengési görbén a remanens potenciálok kompenzálására a D/A- U_s jelű konverter szolgál. Az A_3 jelű erősítő erősítését a műszer automatikusan állítja be, a szekunder görbéből vett négy minta alapján. Az erősítés 10 bináris fokozatban változhat oly módon, hogy az érzékenység $2 \mu\text{V/bit}$ és $1024 \mu\text{V/bit}$

* Erkel A., Gosztonyi L., Kardeván P., Kelemen A., Simon A., Széles G., Szigeti G., Verő L.

- időtartományú méréseknél logaritmikusan egyenközű, frekvenciatartományban lineárisan egyenközű mintavételezés; a mintavételek száma és időköze változtatható.

A mérési adatok regisztrálására, mérésközbeni kijelzésre négy különböző megoldás lehetséges:

- a mérés közben, néhány mérésadatot a műszer előlapján elhelyezett kijelzőről olvashatunk le;
- az analóg primer és szekunder jeleket fotooptikai regisztrálóra vesszük fel;
- a digitalizált jeleket GOSZT vagy ASC II kódban kazettás mágnesszalagos regisztrálóval vagy lyukszalaglyukasztóval rögzítjük.

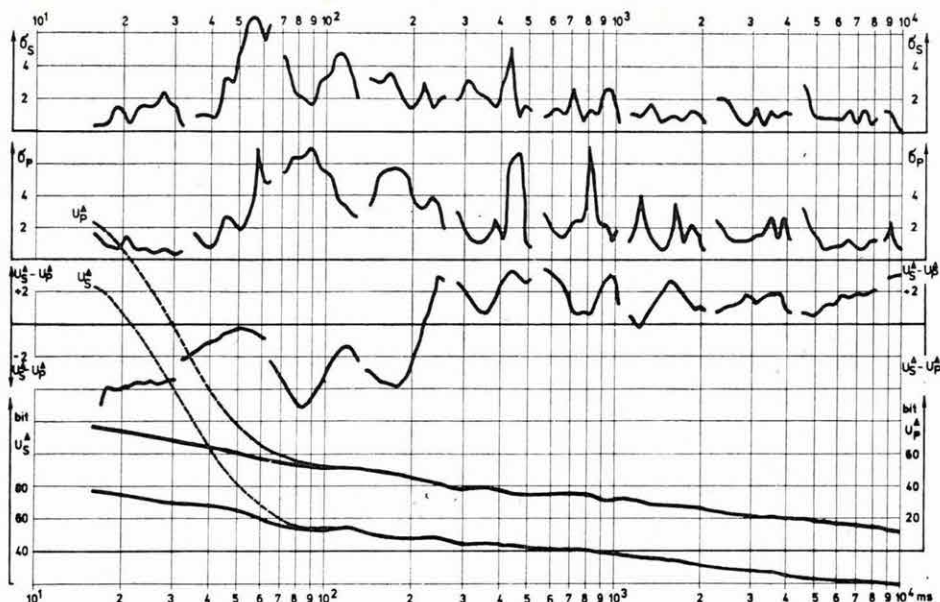
A több, változó előjelű gerjesztési impulzusból felvett mérési adatsorok feldolgozása két szakaszban történik:

- a jel/zaj viszony növelése kétszeres digitális szűréssel. A 38. ábrán látható, hogy a primer és szekunder görbék a szűrés után teljesen azonosak ($U_s^A - U_p^A$) annak ellenére, hogy a tápgenerátoron nem alkalmazunk áramstabilizátort;
- az eredeti jelalak helyreállításánál a műszer szűrője saját folyamatának hatását számítógéppel javítjuk. A 38. ábrán az U_p^A és U_s^A görbén $t=10-100$ ms között a szaggatott vonal a javítás előtti, a folyamatos vonal a korrigált jel.

A javított görbékből történik a dinamikus paraméterek – az exponenciális komponensek amplitúdóinak (w_i) és időállandóinak (τ_i) – kiszámítása, majd a relatív spektrum meghatározása [$w_i/w_m = f(\tau_i/\tau_m)$], ahol w_m és τ_m a leggyorsabb komponens amplitúdója és időállandója].

A 39. ábrán négy kőzetmintán rövid és hosszú gerjesztési idővel meghatározott relatív amplitúdó-spektrumokat láthatunk. A P-18/103 mintában egy 8–10 mm széles meredek dőlésű magnetit telér, a P-18/1184 mintában meredek dőlésű pirit erek és nagyátmérőjű pirit gumók voltak. A P-18/174 és a P-18/664 számú kőzetmintában pirit, kalkopirit hajszálerek és finomszemű pirit hintés volt üde andezitben, illetve andezit breccsában. A teléres ércesedési textúra növekvő, a hintett hajszálerek textúra csökkenő spektrummal jelentkezik mindkét gerjesztési időnél. A tömeges szulfidkiválás relatív amplitúdó-spektruma (P-18/1184) még igen hosszú gerjesztési időnél sem éri el maximumát. Az alsó diagramon látható, hogy a P-18/256 kőzetmintán két irányú gerjesztéssel a GP jelenség anizotrópiáját mutattuk ki. A telér síkjára merőleges gerjesztésnél nagyobb amplitúdóhoz kisebb időállandó tartozik.

A 40. ábrán terepi mérésekből három különböző típusú relatív amplitúdó-spektrumot mutatunk be. A B-19/100, a B-43/140 és a B-51/85 jelű diagramok teléres ércesedésre jellemző spektrumot jeleznek. A B-37/136 és a B-39/34 diagramok kezdetben csökkenő tendenciát mutató spektruma hintett és vékony teléres kevert textúrára utal. Mivel egyik görbénél sem alakult ki az



38. ábra. Kétszeresen szűrt, korrigált primer (U_p) és szekunder (U_s) görbék terepi regisztrátumokból

σ_s – a szekunder görbe szórása bitekben

σ_p – a primer jel szórása bitekben

$(U_s^A - U_p^A)$ – a szekunder és primer jel különbsége

U_p^A – a primer jel átlagolt maximum értékéhez viszonyított változása a szűrő saját-folyamat korrekciója előtt (szaggatott vonal) és korrekció után (folytonos vonal);

U_s^A – az átlagolt PS értékkel kompenzált szekunder jel a szűrő saját-folyamat korrekciója előtt (szaggatott vonal) és korrekció után (folytonosvonal)

Fig. 38. Two-times filtered, corrected primary (U_p) and secondary (U_s) curves from field recordings

σ_s – SD of the secondary curve, in bits

σ_p – SD of the primary signal, in bits

$(U_s^A - U_p^A)$ – difference of the secondary and primary signals

U_p^A – relative change of the primary signal with respect to its averaged maximal value; before correction with the filter's weight function (dotted line); after correction (continuous line)

U_s^A – secondary signal compensated for average SP value before correction with the filter's weight function (dotted line); after correction (continuous line)

Рис. 38. Дважды фильтрованные и исправленные первичные (U_p) и вторичные (U_s) графики по полевым записям

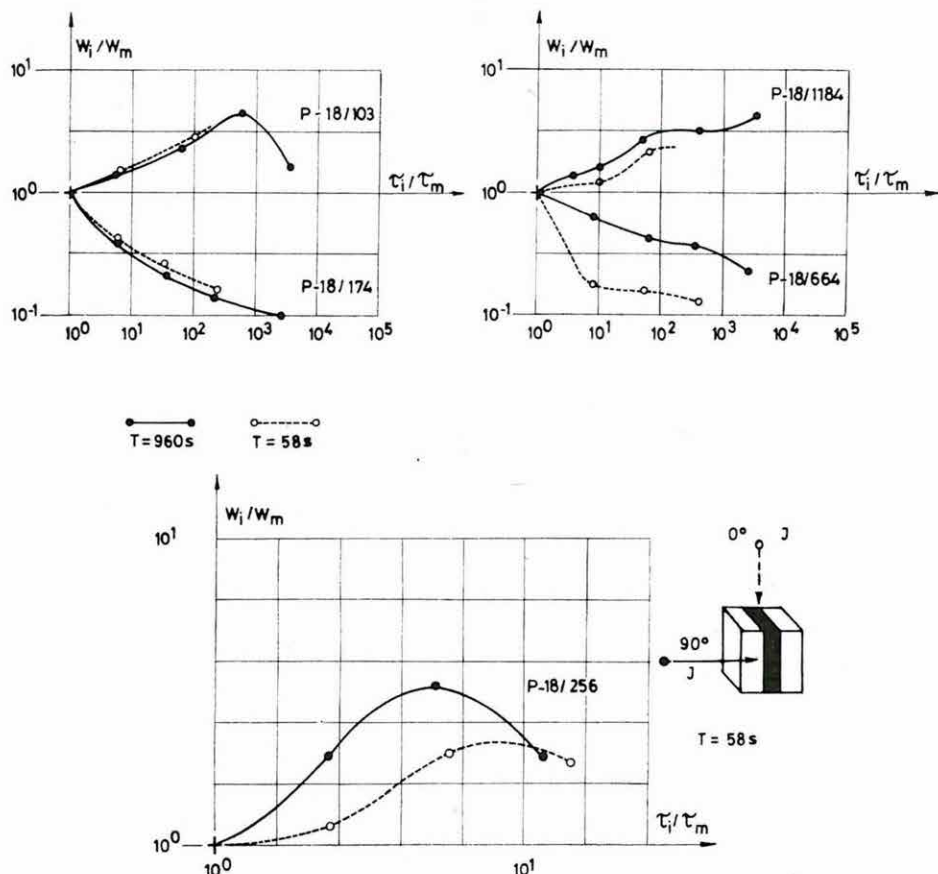
σ_s – разброс вторичного графика в разрядах

σ_p – разброс первичного сигнала в разрядах

$U_s^A - U_p^A$ – разность вторичного и первичного сигналов

U_p^A – изменение первичного сигнала по сравнению с его осредненным максимумом до ввода поправок за собственный процесс фильтра (пунктир) и после ввода поправок (сплошная линия);

U_s^A – вторичный сигнал, компенсированный с осредненной величиной ВП до ввода поправки за собственный процесс фильтра (пунктир) и после ввода поправок (сплошная линия)



39. ábra. Laboratóriumi kőzetminta mérésekből számított relatív amplitúdó spektrumok

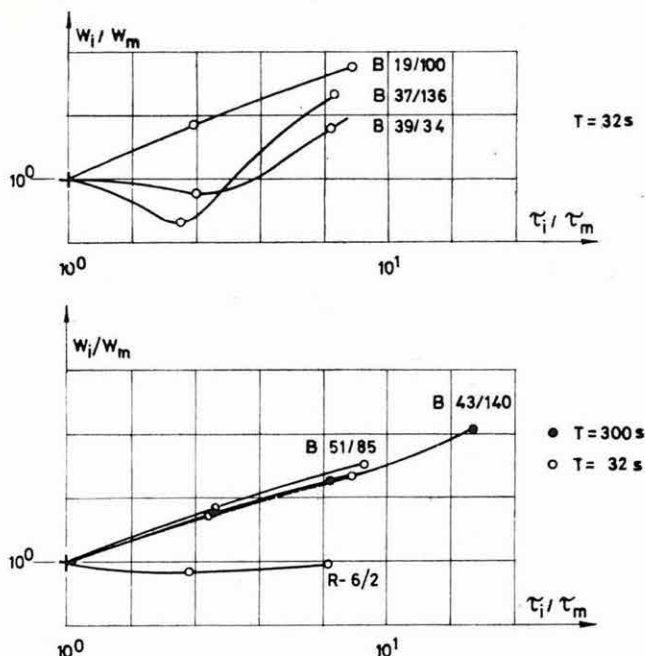
P-18/103: meredek dőlésű magnetit telér; P-18/174, P-18/664: pirit és kalkopirit hintés és hajszálerek andezit breccsában; P-18/1184: meredek dőlésű pirit és kalkopirit telére, tömeges szulfid kiválás P-18/256: vékony pirit telér üde andezitben, kétirányú gerjesztéssel

Fig. 39. Relative amplitude spectra computed from laboratory core sample measurements

P-18/103: steeply dipping magnetite vein; P-18/174, P-18/664: disseminated and veinlet-type pyrite and calcopyrite in andesitic breccia; P-18/1184: steeply dipping pyrite and calcopyrite veins, massive sulphide segregation; P-18/256: thin pyrite vein in fresh andesite, two directional charging

Рис. 39. Спектры относительных амплитуд, подсчитанные по лабораторным анализам образцов горных пород

P-18/103: магнетитная жила крутого наклона; P-18/174, P-18/664: пиритовые и халькопиритовые вкрапления и тончайшие жилы в андезитовых брекчиях; P-18/1184: круто наклонные пиритовые и халькопиритовые жилы, массовое выделение сульфида; P-18/256 – тонкая пиритовая жила в свежих андезитах, при возбуждении в двух направлениях



40. ábra. Terepi mérésekből meghatározott relatív amplitúdó spektrumok

B-19/100, B-51/85, B-43/140: vékony teléres ércesedés; B-37/136, B-39/34: kevert textúrájú – hintett és vékony teléres – szulfidércesedés; R-6/2: grafitos agyagpala

Fig. 40. Relative amplitude spectra determined from field measurements

B-19/100, B-51/85, B-43/140: veinlet-type mineralization; B-37/136, B-39/34: sulphidic mineralization of mixed texture – disseminated and veinlet-type; R-6/2: graphitic slate

Рис. 40. Спектры относительных амплитуд, определенные по полевым наблюдениям

В-19/100, В-51/85, В-43/140: оруденение в тонких жилах; В-37/136, В-39/34: сульфидное оруденение с смешанной текстурой, вскрапленное и с тонкими жилами; R-6/2: графитовые глинистые сланцы

amplitúdó maximuma, a méréseket $T > 300$ s gerjesztési idővel kell végezni. Az R-6/2 diagram grafitos agyagpala felett mért lecsengési görbe relatív amplitúdó-spektrumát ábrázolja, amely az idő függvényében közel állandó értéken marad ($w_i/w_m \approx 1$).

A műszer-módszer fejlesztés során nyert tapasztalatokból az alábbi következtetések vonhatók le:

- a rövid gerjesztési időkből számított dinamikus paraméterek relatív amplitúdó spektrumának változási tendenciájából következtetni lehet a hintett, hálós-eres, vagy teléres ércesedési textúrára;
- meg lehet különböztetni a szerves széntartalmú és szulfidérces képződményektől származó anomáliákat;

- a szekunder elektromos terek teljes spektrumát, ami az anomáliák további minősítését teszi lehetővé csak abban az esetben lehet meghatározni, ha a gerjesztési idő a legnagyobb időállandó többszöröse;
- valamennyi üledékes, metamorf és vulkáni kőzet különböző GP közetfizikai paraméterrel rendelkezik, ami lehetőséget ad a módszer kiterjesztésére, a víz-, a szénhidrogén- vagy a szénkutatásban;
- a mérési adatok számítógépes feldolgozásával lényegesen növelni lehet a jel/zaj viszonyt és ezzel a GP módszer behatolási mélységét.

Automatizált adatfeldolgozás

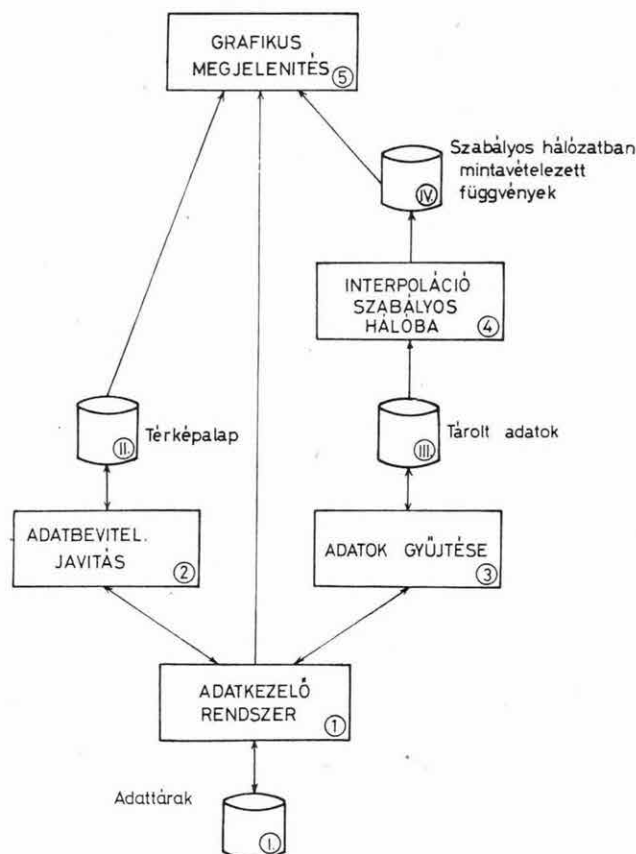
Az 1979 közepén beérkezett HP 9845S asztali számítógépre kutatási irányítási rendszer készült.

A rendszer elsősorban egy adott terület komplex geofizikai kutatási programjainak irányításához nyújt naprakész információt. Alkalmas az adott területen rendelkezésre álló földtani, és a már értelmezett geofizikai adatok együttes tárolására, kezelésére, módosítására és jól áttekinthető grafikus megjelenítésére. Így folyamatosan nyomon követhető minden újabb fúrás, illetve mérés nyomán a tektonikai kép változása, tehát időkésés nélkül rugalmasan lehet módosítani a kutatási terveket, a terület földtani értékelését.

A programrendszer, amelynek vázlatos felépítése a 41. ábrán látható, 4 fő részből áll.

- A programrendszer egy adatkezelő-rendszerre támaszkodik, amely lehetővé teszi a fúrások, geofizikai szelvények, felszíni aljzat kibúvások és pontszerű geofizikai mérések adatainak rugalmas kezelését. Mód van térképlapról digitalizálással levett topográfiai adatok tárolására is.
- A programrendszer második fő részét az adatok bevitelére és javítására szolgáló programcsomag alkotja. Az adatok egy részének bevitelére klaviatúráról történik, másik részét – mivel ezek grafikus formában állnak rendelkezésre – a géphez kapcsolt plotteren történő digitalizálással adhatjuk be.
- A harmadik fő részt az adatok gyűjtését végző program és a szabályos hálózatra történő interpoláció alkotja.
- A negyedik nagyobb egység az adatok grafikus megjelenítését végző programok. Jelenleg 3 különböző típusú grafikus kimenetet tesz lehetővé a rendszer:

- fúrási eredmények adatlapszerű megjelenítése (42. ábra);
- axonometrikus térkép (1978. Évi Jelentés 59. ábra);
- izovonalas térkép (43. ábra).



41. ábra. Kutatás irányítási rendszer

Fig. 41. Exploration information system

1 – data organizing system; 2 – data input and corrections; 3 – collection of data; 4 – interpolation along regular grid points; 5 – graphic display

I – data sets; II – base map; III – stored data; IV – functions sampled along regular grid points

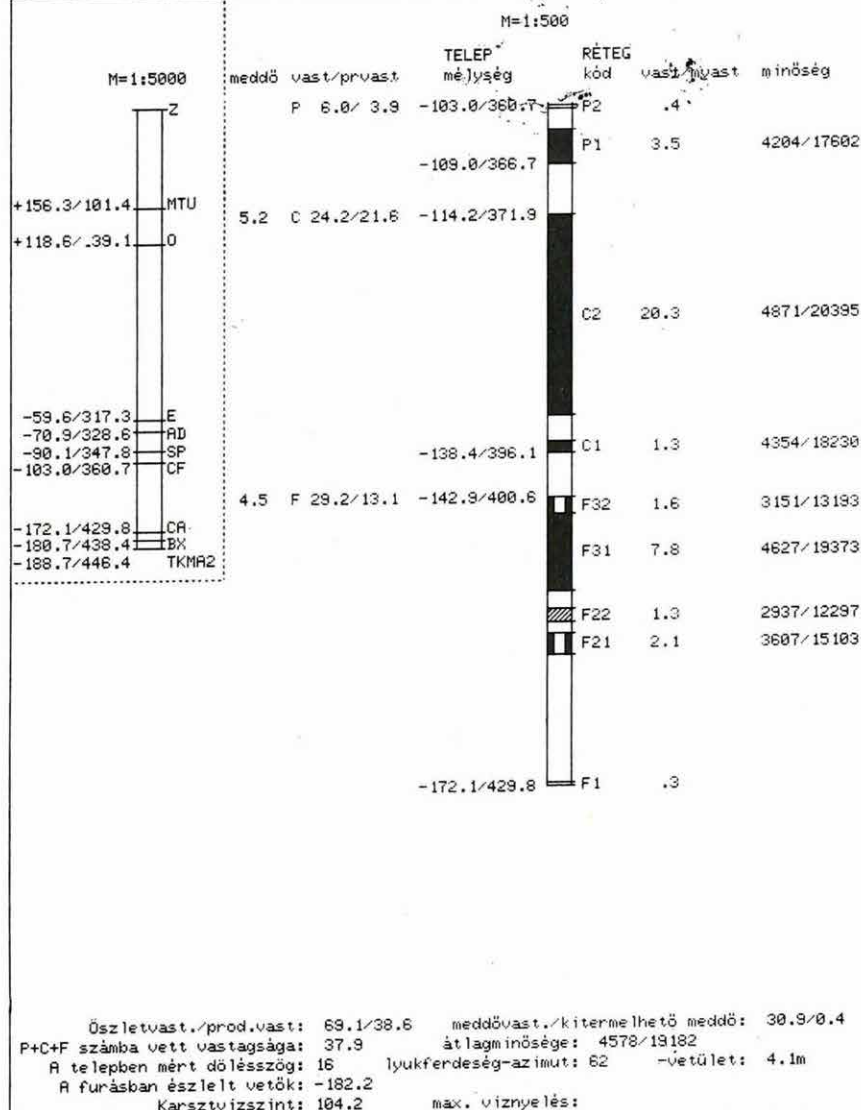
Рис. 41. Система управления разведкой

1 – система управления данными; 2 – ввод данных, поправка; 3 – сбор данных; 4 – интерполяция по правильной сети; 5 – графическое представление;

I – накопители данных; II – картографическая основа; III – хранящиеся данные; IV – функции, выбранные по правильной сети

Mód van arra, hogy az izovonalas térkép „alá” helyszínrajzot készítsünk, amely tartalmazza:

- a térképalap adatait (városkontúrok, utak, folyók);
- a kibúvások kontúrjait;
- a területre eső fúrások helyét, azonosítóját, produktivitását;
- a geofizikai szelvények nyomvonalait, és a szelvény által jelzett vetőket;
- a pontszerű geofizikai mérések adatait.

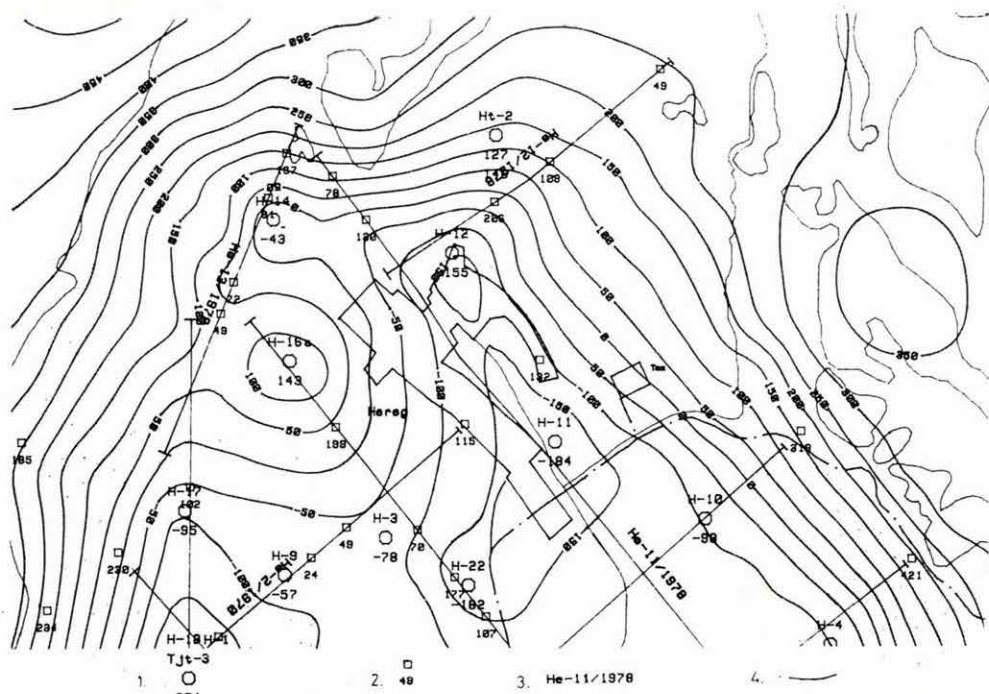


M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet

42. ábra. Fúrási adatok megjelenítése terepi kisszámítógépen. Feliratozás tetszés szerinti nyelven

Fig. 42. Display of drilling data by means of a small field computer. Language of legends arbitrary

Рис. 42. Представление данных о скважинах на малой полевой ЭВМ. Надписи по любому языку.



43. ábra. Mélységtérkép megjelenítése terepi kisszámítógépen

1 – fúrás jelével és a térképezett határfelület t. sz. a. mélységével; 2 – szelvény mentén meghatározott vető az elvetési magassággal; 3 – szeizmikus-geoelektromos szelvény; 4 – műút

Fig. 43. Depth map displayed by a small field computer

1 – borehole identification and b.s.l. depth of the mapped boundary; 2 – fault traced in geophysical cross section, with displacement; 3 – seismic-geoelectric profile; 4 – highway

Рис. 43. Представление данных в виде карты глубин на малой полевой ЭВМ

1 – с обозначением скважины и указанием глубины данной границы раздела под уровнем моря; 2 – Сброс определенный по профилю с указанием его амплитуды; 3 – сейсмический-электроразведочный профиль; 4 – дорога

Az SE-77 berendezéssel végzett multifrekvenciás térképezés módszertani fejlesztésének eredményei

A TURAM térképezést előnyei miatt világszerte alkalmazzák, azonban szinte kizárólag felszínközeli tömzsös ércesedés kutatásában. Ehhez képest a hazai bauxitkutatásban való felhasználásakor három lényeges különbség adódik:

- a hasznos anomáliákat itt nem a fajlagos ellenállás csökkenése, hanem az aljzat mélységének növekedésekor a fedő üledék kivastagodása miatt fel-lépő vezetőképesség növekedés okozza;

- ennek alapján jóval kisebb anomáliák várhatók, mint az elektromágneses térképezések hagyományos kutatási feladatainál (érckutatás);
- az igen jól vezető fedőrétegek nagy kiterjedése miatt nem használható a szabadlevegő modell.

Ezért a módszer kidolgozása során az alábbi elméleti vizsgálatokat végeztük:

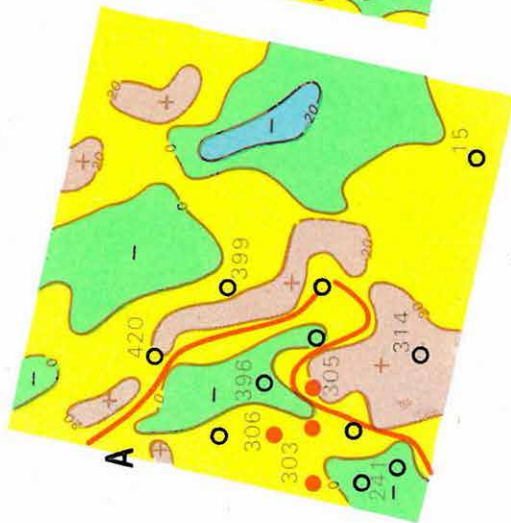
- a) jólvezető fedőréteg jelenlétében a mágneses térkomponens abszolút értéke és fázisa a szabad levegőben tapasztalt normál menethez képest lényeges eltéréseket mutat, ezért megfelelő algoritmust dolgoztunk ki a vezetőképes feltér felszínén véges méretű téglalap kerettel gerjesztett mágneses tér elméleti számítására;
- b) kidolgoztuk a normáló modell paraméterének meghatározási eljárását;
- c) fúrásokkal részletesen feltárt hazai és jugoszláviai bauxittároló szerkezeteken terepi kísérleti méréseket végeztünk a TURAM-anomáliák geofizikai értelmezésének tisztázására.

Az első kísérletek megmutatták a TURAM térképezés bauxitföldtani használhatóságát, amelyet az 1978. Évi Jelentésben ismertettünk (56. ábra).

A több frekvencián végzett térképezés lehetővé tette, hogy a fedő réteg inhomogenitásait megkülönböztessük az aljzat domborzatával korreláló anomáliáktól. A multifrekvenciás EM térképezés geofizikai értelmezését a következő modellen mutatjuk be: mintegy 150 m vastag, 20 ohmm-es agyagos üledék alatt kb. 100 ohmm-es bauxit helyezkedik el, a nagyellenállású dolomit aljzat mintegy 50 m mély mélyedésében. A bauxit fedő az oligocén homokkő közbetelepülések miatt meglehetősen inhomogén. A 44. ábrán látható az SE-77 műszerrel felvett Δq -anomália térkép 315, 105 és 35 Hz-en. Ez utóbbi frekvenciának van a legnagyobb behatolási mélysége, ennél az aljzat mélységváltozásaihoz képest a felszíni inhomogenitások már csak elhanyagolható anomáliát okoznak. A 315 Hz-en kapott anomáliák alapján az A, 105 Hz-en az ennél valamivel kisebb B, míg 35 Hz-en a C terület jelölhető ki, mint lehetséges bauxittároló mélyedés. Azt, hogy a tényleges szerkezet C-nél nem lehet sokkal nagyobb, a környező meddő fúrások bizonyítják. A 35 Hz-en nyert képtől eltérő anomáliákat nyilvánvalóan a fedő inhomogenitásai okozzák. A többfrekvenciás elektromágneses térképezéssel tehát megkereshető az a frekvencia, amelynél az aljzat esetleg bauxittároló bemélyedése a felszínen jellemző anomáliát hoz létre.

Kísérleteink során bizonyítékokat szereztünk, hogy a tisztán induktív gerjesztés fontos geofizikai módszertani előnyökkel jár. Példaként a Jugoszláviában végzett méréseinket hozzuk fel; a feladat itt is a nagyellenállású aljzat domborzatának feltérképezése volt. Az aljzat eocén mészkő, mélysége 50–150 m; a fedő eocén-oligocén korú ún. Promina-rétegcsoport, amely rendkívül inhomogén, fajlagos ellenállása 90–400 ohmm között változott a mérési területen. Az aljzat fúrások alapján szerkesztett mélységtérképét a 45A ábrán láthat-

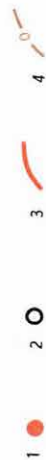
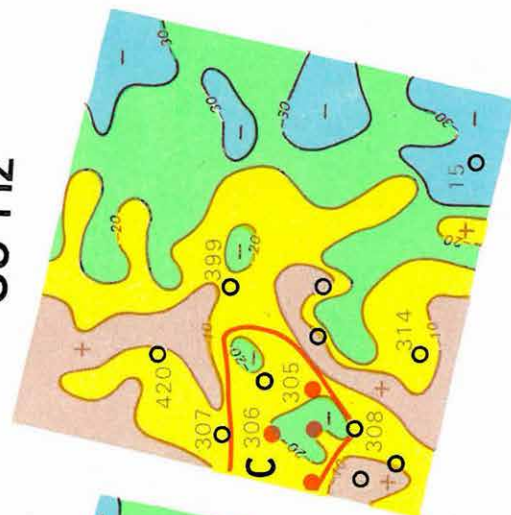
315 Hz



105 Hz



35 Hz



44. ábra. TURAM (SE-77) anomália térképek

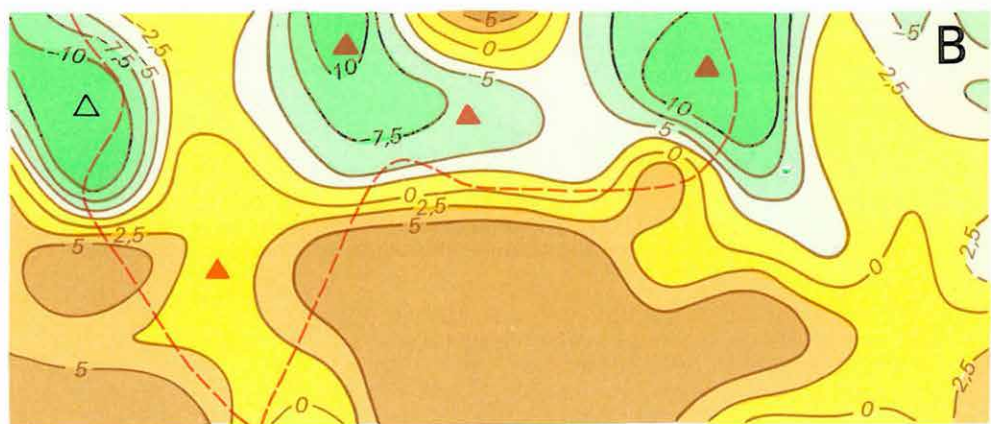
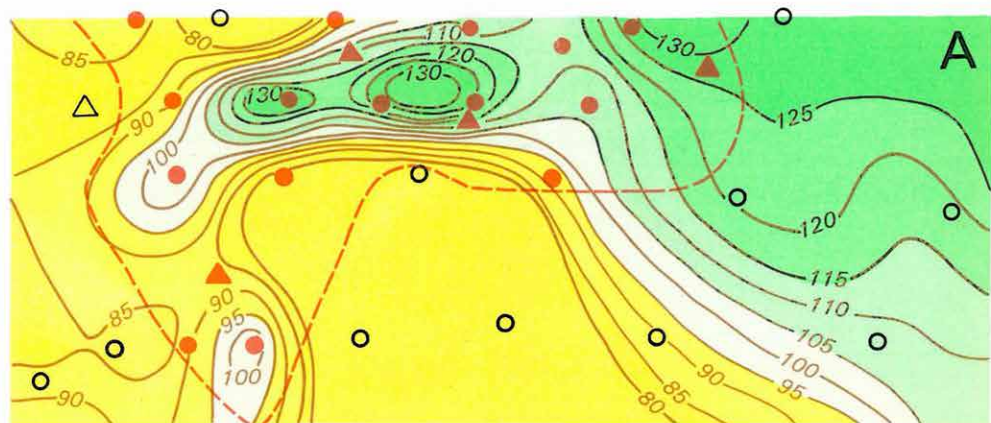
1 – bauxitot harántolt fúrás; 2 – meddő fúrás; 3 – az anomáliák alapján kijelölhető, bauxitot tartalmazó bemélyedés; 4 – a fáziskülönbséggel arányos értékek izovonalai

Fig. 44. TURAM (SE-77) anomaly maps

1 – boreholes hitting bauxite bodies; 2 – unproductive holes; 3 – bauxite-containing cavity indicated by the anomalies; 4 – isolines proportional to phase difference

Рис. 44. Карты аномалий ТУРАМ (СЕ-77)

1 – скважины, вскрывшие бокситы; 2 – непродуктивные скважины; 3 – бокситоносные прогибы, выделяемые по аномалиям; 4 – изолинии величин, пропорциональных фазовой разности



- 1 2 3 4 5

45. ábra. Bauxitkutató TURAM mérések

A – Bauxitfekü mélységtérképe

B – TURAM (SE-77) anomália térkép

1 – 5 m-nél vastagabb bauxit elterjedési határa; 2 – a szerkesztés alapjául szolgáló produktív és meddő fúrások; 3 – geofizikai mérések alapján javasolt produktív és meddő fúrások; 4 – a bauxitfekü mélységének felszínétől számított izovonalai (m); 5 – a (Hz) értékekből származtatott anomáliák izovonalai

Fig. 45. TURAM measurements for bauxite prospecting

A – depth map of the surface underlying the bauxite

B – TURAM (SE-77) anomaly map

1 – limits of bauxite layers thicker than 5 m; 2 – productive and unproductive holes used for mapping; 3 – productive and unproductive holes proposed by geophysics; 4 – depth isolines of basement of bauxite bodies, in m; 5 – isolines of anomalies derived from (Hz) values

Рис. 45. Работы по методу ТУРАМ для разведки бокситовых залежей

A – карта глубины залегания подошвы боксита

B – карта аномалии ТУРАМ (SE-77)

1 – граница района развития боксита мощностью выше 5 м; 2 – продуктивные и непродуктивные скважины, послужившие основой для построений; 3 – продуктивные и непродуктивные скважины, предложенные по результатам геофизических работ; 4 – изолинии глубины залегания подошвы боксита считая с поверхности (м); 5 – изолинии аномалий, полученных по величинам (Гц)

juk. Ezen feltüntettük a szerkesztés alapjául szolgáló fúrásokat is, továbbá az 5 méternél vastagabb bauxit elterjedési határát (piros szaggatott vonal). Az aljzat bemélyedéseit kb. 250–400 ohmm-es bauxit tölti ki. A 45B melléklet az SE-77 mérések eredményeit mutatja. Látható, hogy a mérésekből szerkesztett anomália térkép jól korrelál az aljzat morfológiájával. Az anomália kép alapján telepíthető öt fúrás közül négy a bauxittesten van.

Matematikai modellezés

A horizontális rétegzettségtől eltérő, bonyolult szerkezetek geoelektromos matematikai modellezésében a numerikus módszereké a vezető szerep (1978. Évi Jelentés), de emellett még az analitikus eljárások is rejtenek bizonyos tartálékokat. Ezek előnye, hogy rendkívül könnyen és gyorsan számolható eredményt adnak.

Az 1976. Évi Jelentésben közölt kétdimenziós vetőmodell után most újabb kétdimenziós modellre sikerült megoldást levezetni: a végtelen ellenállású aljzataból egy félkör metszetű test emelkedik ki (46a, b és c ábrák). A gerjesztés egyenáramú kétdimenziós pontforrás, azaz a metszetre merőleges vonalforrás. A forrás és a mérés helye, valamint a kiemelkedés sugara változtatható. A tér meghatározása komplex függvények konform leképezésének módszerével történt. A levezetés mellőzésével közöljük a számítás végeredményét:

$$E^{\text{anomális}}(z) = E^{\text{kétreteges}}(W) \left(1 - \frac{1}{z^2} \right),$$

ahol:

$$W = g(z) = z + \frac{1}{z}$$

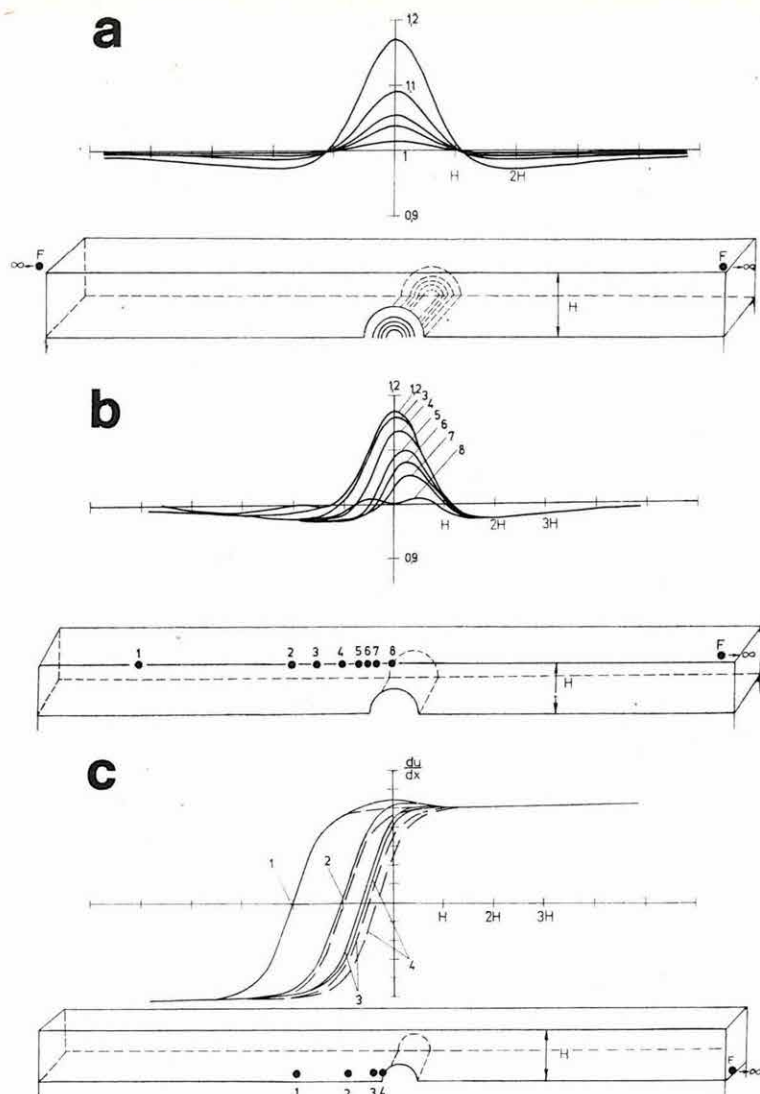
és

$$E^{\text{kétreteges}}(W) = \frac{I_0}{2h} \frac{\operatorname{sh} \left(\frac{\pi}{h} (W - \operatorname{Re} W_0) \right)}{\operatorname{ch} \left[\frac{\pi}{h} (W - \operatorname{Re} W_0) - \cos \left(\operatorname{im} \frac{\pi}{h} W_0 \right) \right]}$$

W_0 – a forrás helyzete,

h – a réteghatár mélysége az anomáliakör sugarához viszonyítva.

A 46a ábra az anomália, és az anomáliamentes tér hányadosát mutatja, különböző méretű testek esetén, végtelen távoli forrásra. A 46b ábrán hasonló hányadosgörbék láthatunk különböző forráshelyzetek mellett. Ha a forrás a mélységnél közelebb kerül az origóhoz, az anomália képe elmosódik. A 46c ábrán süllyesztett helyzetű forrás anomáliaterét folytonos vonallal, míg az anomáliamentes teret szaggatott vonallal ábrázoltuk (itt az előbbieken alkal-



46. ábra. Geoelektromos matematikai modellezés

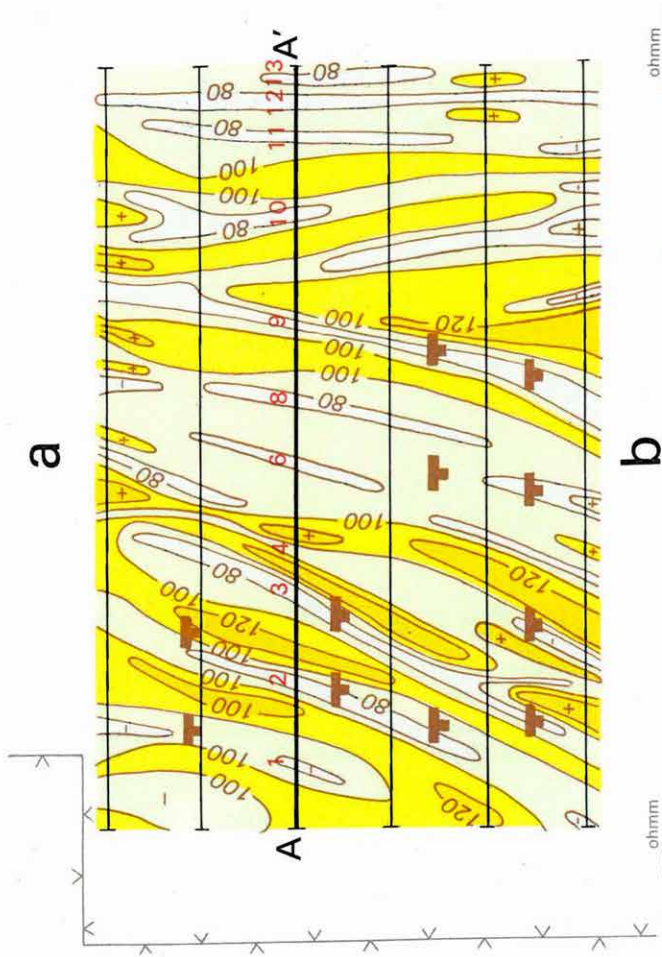
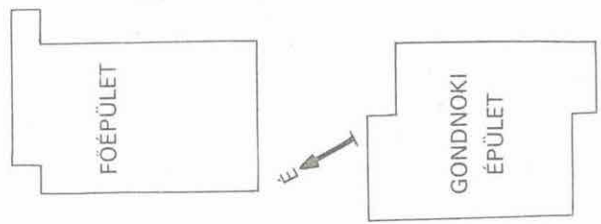
a – az anomáliamentes és anomális tér hányadosgörbéi végtelen távoli forrásra;
 b – hányadosgörbék különböző forráshelyzetekkel;
 c – sülyesztett helyzetű forrás anomália tere

Fig. 46. Mathematical modelling in geoelectrics

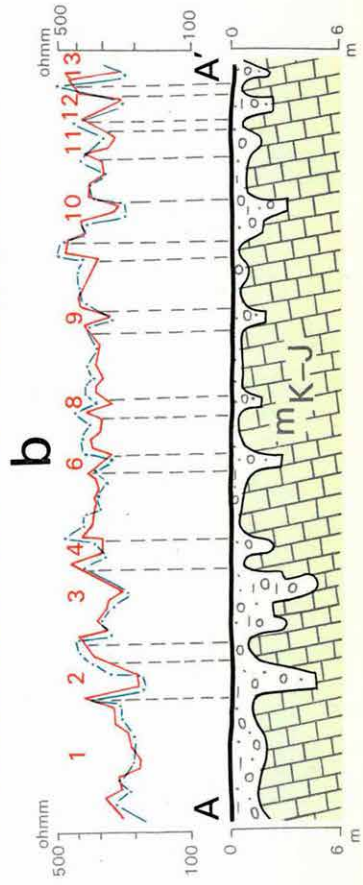
a – quotient curves of the anomaly-free and anomalous fields, for an infinitely distant source
 b – quotient curves for sources of different positions
 c – anomaly field of a buried source

Рис. 46. Математическое моделирование для электроразведочных целей

a – график отношения безаномального поля к аномальному, для бесконечно далекого источника
 b – графики отношения для различного положения источника
 c – аномальное поле при погруженном источнике



- 1 —————
- 2 - - - - -
- 3 ————
- 4
- 5
- 6



47. ábra. Archeológiai célú geofizikai kutatás eredménye Sümeg (Mogyorós-domb) területén

a – látszólagos fajlagos ellenállás-térkép

b – A–Á ellenállás- és földtani szelvény

1 – ellenállás szelvény; 2 – látszólagos ellenállás-görbe ($AB=10,5$ m); 3 – látszólagos ellenállás-görbe ($AB=5,5$ m); 4 – ellenállással arányos izovonalak; 5 – csökkent ellenállású zóna a mészkőben; 6 – feltárás helye

Fig. 47. Geophysical survey map for archeological purposes on the Sümeg (Mogyorós-Hill) site

1 – resistivity profile; 2 – apparent resistivity curve ($AB=10.5$ m); 3 – apparent resistivity curve ($AB=5.5$ m); 4 – isolines of anomalies proportional to resistivity; 5 – zone of decreased resistivity in the limestone; 6 – excavation site

Рис. 47. Карта результатов геофизических работ, проведенных для археологических целей в районе Шюмег (Модьорош-домб)

a – карта кажущегося удельного сопротивления

b – A – Á – график сопротивлений и геологический разрез;

1 – профиль по методу сопротивлений; 2 – график кажущихся удельных сопротивлений ($AB=10,5$ м); 3 – график кажущихся удельных сопротивлений ($AB=5,5$ м); 4 – изолинии, пропорциональные величинам сопротивлений; 5 – зона пониженных величин сопротивлений в известняках; 6 – место разработки

mazott normálás nem vezet szemléletesen értelmezhető eredményre). Süllyesztett forrás esetén – bár az anomália képe százalékosan nagyobb, mint a felszíni forrásnál – az értelmezés nehezebb, ezért itt különös jelentőséggel bír az elméleti eredmények gyakorlati alkalmazása.

Archeológiai célú geofizikai mérések Sümeg (Mogyorós-domb) területén

A földtani térképezési munkák során 1960-ban a területen őskori kovabányára utaló nyomokat találtak. Az őskor embere a jelenleg 0,5–1,5 m üledéktakaróval fedett biancone mészkőben előforduló kovakő betelepüléseket termelte ki szerszámkészítés céljából. A hatvanas évek végén a Magyar Állami Földtani Intézet kutató árkokkal több helyen tárt fel a szálban álló mészkőben homokos, laza mészkő- és tűzkőtörmelékkel, fosszilis talajmaradvánnyal kitöltött gödröket, amelyekből agancs eszközök és kvarcit kavics ütkökök kerültek elő. A gödrök feltehetően összefüggő járatrendszeret alkotnak. A MÁFI 1976-ban a 47. ábrán levő területtől É-ra ki is ásott összefüggő folyosókat.

Az ELGI feladata volt a jelenleg használt geofizikai eljárások közül az eltemetett és meddő anyaggal kitöltött járatok kimutatására leginkább alkalmas módszer kiválasztása és azzal a kutatási területen az árkokkal feltárt, mélyebb váratok rendszerének kimutatása.

Ismert járatokat keresztező szelvények mentén szimmetrikus és kombinált elektromos szelvényezést, mágneses (ΔT) és gravitációs mérést, illetve VLF szelvényezést próbáltunk ki. Eredményesnek a szimmetrikus ellenállásszelvényezés bizonyult, mivel a járatokat kitöltő anyag fajlagos ellenállása 30–50%-kal kisebb a szálban álló mészkőénél.

Az $AB=10,5$ m, és $AB=5,5$ m-es tápelektroda távolsággal végzett szimmetrikus ellenállás-szelvényezés az eltemetett járatokat, azok rendszerét kimutatta. Az ellenállás-szelvényeken alakjuk szerint több szelvényen át korrelálható, jellegzetes ϱ_L -minimumok a járatokat (47b ábra), a normált látszólagos fajlagos ellenállástérkép (47a ábra) a járatok rendszerét mutatja. Elméleti görbéseregekkel való összehasonlítás útján, valamint az anomáliák nagysága alapján a járatok mélységét is becsültük. A ϱ_L minimumok az árkolás során feltárt bányászkodási helyek mélyebb részeivel jól összeesnek. Az ellenállás-szelvényezés és az árkolás együttes alkalmazása a terület még fel nem tárt részein eredményesnek ígérkezik a mélyebb járatok felkutatására.

2.3 MÉLYFÚRÁSI GEOFIZIKAI MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS*

Nukleáris műszer- és módszerfejlesztés terén a szénkutató szonda fejlesztésének egyik fázisaként dolgoztuk ki a motoros működtetésű többször nyitó-záró szerkezettel ellátott lyukbősségmérő szonda kísérleti példányát (48a, b ábra). A három mérő kart elektromotor működteti. Az elektromotor nagy áttétel közbeiktatásával golyós orsót forgat, amely egy rugót nyom össze. Ez a rugó fogasléc közvetítésével végzi a karok falhoz szorítását.

A *lyukbősségmérő szonda* elektronikus megoldásában illeszkedik a nukleáris szondacsaládba. A lyukbősséggel arányos információt impulzusszám formájában szolgáltatja. A szondát a nukleáris felszíni egységhez illesztettük, működtetéséhez egy vezetőér szükséges (48b ábra).

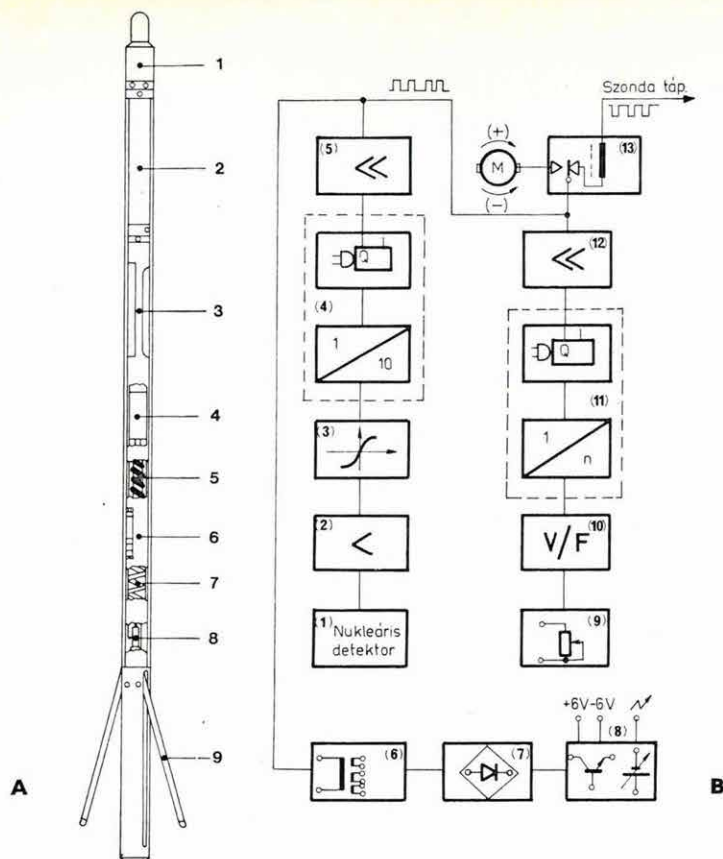
Fontosabb műszaki adatok:

Átmérő	36 mm
Nyomásállóképesség	35 MPa
Maximálisan mérhető lyukátmérő	800 mm
Tápfeszültség	30 V
Felvett áram	max. 100 mA

A tervezett szénszonda részét képező *gamma-gamma mérőrendszerek* korszerű megtervezéséhez matematikai eljárást dolgoztunk ki. A matematikai eljárás alapja az előírt, vagy elérhető középhiba és a szondaparaméterek közötti összefüggés, amelyet alapvetően a statisztikus fluktuáció (egyszeres szórás) határoz meg és jellemez. Az alapösszefüggést a kétdetektoros mérőrendszerek bázisegyenletéből kiindulva – a hibaterjedés ismert törvényszerűségeit követve – vezettük le. A levezetett és átalakított alapösszefüggés a következő:

$$\pm \Delta q = \frac{1}{M\sqrt{2\pi}} \sqrt{\frac{1}{N_r} + \frac{1}{N_{rv}} + \frac{1}{N_h} + \frac{1}{N_{hv}}}, \quad (1)$$

* Andrassy L., Baráth I., Dankházi Gy., Karas Gy., Liszt F., Mészáros F., Morvai L., Renner J., Siklós A., Viola B.



48. ábra. Lyukbősségmérő szonda

A – a szonda felépítése

1 – szondafej; 2 – szcintillációs detektor; 3 – elektronika; 4 – motor; 5 – menetes orsó; 6 – végálláskapcsoló; 7 – energiatároló rugó; 8 – bősségmérő érzékelő; 9 – bősségmérő karok

B – az elektronika blokk-sémája

(1) – nukleáris detektor; (2) – erősítő; (3) – komparátor; (4) – kódér; (5) – végerősítő; (6), (7), (8) – tápegység; (9) – bősségmérő érzékelő; (10) – feszültség-frekvencia átalakító; (11) – kódér; (12) – végerősítő; (13) – üzemmód kapcsoló

Fig. 48. Caliper sonde

A – Sonde construction

1 – sonde head; 2 – scintillation detector; 3 – cartridge; 4 – motor; 5 – threaded spindle; 6 – limiter; 7 – energy storing spring; 8 – caliper sensor; 9 – caliper arms

B – Block-scheme of the cartridge

(1) – nuclear detector; (2) – amplifier; (3) – comparator; (4) – coder; (5) – final amplifier; (6), (7), (8) – supply unit; (9) – caliper sensor; (10) – voltage-to-frequency converter; (11) – coder; (12) – final amplifier; (13) – mode switch

Рис. 48. Кавернометр

A – конструкция зонда

1 – головка зонда; 2 – сцинтилляционный детектор; 3 – электронная схема; 4 – двигатель; 5 – стержень с резьбой; 6 – переключатель конечного положения; 7 – пружина; 8 – чувствительный элемент; 9 – рычаги, измеряющие диаметр скважины;

B – Блок-диаграмма электронной схемы

1 – ядерный детектор; 2 – усилитель; 3 – компаратор; 4 – кодирующее устройство; 5 – выходной усилитель; 6, 7, 8 – блок питания; 9 – чувствительный элемент; 10 – преобразователь напряжение-частота; 11 – кодирующее устройство; 12 – выходной усилитель; 13 – переключатель режимов работы

ahol:

N_r és N_h – a rövid és hosszú szondával mért beütésszámok,

N_{rv} és N_{hv} – a rövid és hosszú szondával vízben vagy normálásra használt közegben mért beütésszámok,

τ – időállandó,

M – a bázisegyenlet meredeksége,

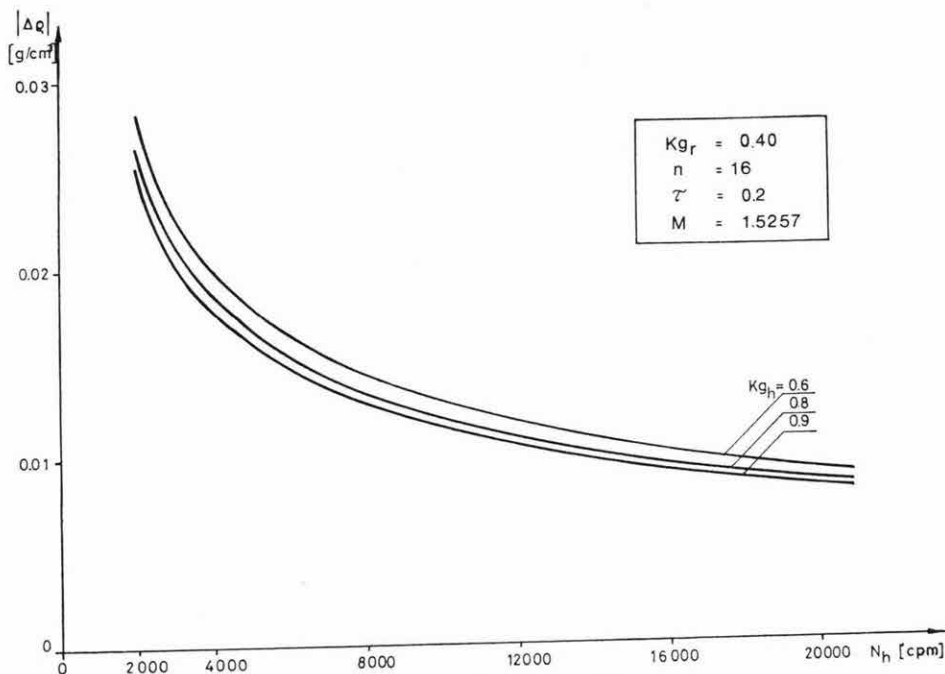
ΔQ – az egyszeres szórás sűrűségben kifejezett értéke.

A felírt összefüggés a rövid és hosszú szondára jellemző felbontóképesség (K_{gr} és K_{gh}), illetve az $N_r = nN_h$ kényszerfeltételi egyenlet bevezetésével átalakítható és egyszerűbb formában adható meg. Az „ n ” paraméter a legnagyobb térfogatsúlyú közegben a rövid és hosszú szondával mért beütésszámok arányát írja elő.

Az átalakítás után az alapösszefüggés a következő:

$$\Delta Q = \frac{1}{M\sqrt{2\tau}} \sqrt{\frac{2 - K_{gr} + n/2 - K_{gh}}{nN_h}} \quad (2)$$

Az intézeti fejlesztésű, „nyitó-záró” szerkezettel ellátott sűrűségmérő szondára a (2) összefüggés segítségével kiszámított görbesereget a 49. ábrán mutatjuk be.



49. ábra. Az egyszeres szórás értéke sűrűségben kifejezve

Fig. 49. Value of single dispersion in terms of density

Рис. 49. Величина однократного рассеяния, выраженная в единицах плотности

A görbék paramétere a hosszú szonda felbontóképessége:

$$K_{g_h} = \frac{N_{h_v} - N_h}{N_{h_v}}.$$

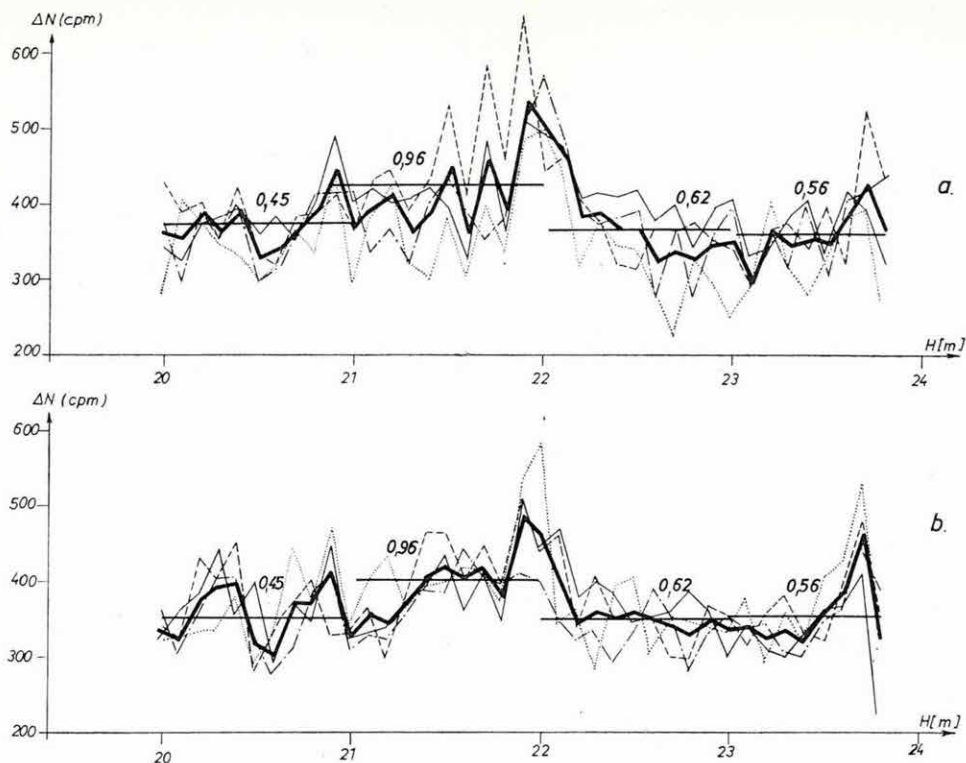
A K_{g_r} és K_{g_h} felbontóképességek és a mérőszonda a_r és a_h szondatávolságai között szoros kapcsolat állapítható meg. A felbontóképességek ismeretében a szondahosszak is megtervezhetők. A sűrűségmérési tartomány felső határához tartozó előírt sűrűségpontosságot figyelembe véve az adott szondahosszakhoz a mindenkorí sugárforrás megtervezhető.

Röntgenradiometrikus műszerfejlesztés vonalán elkészült, az előző évi munka folytatásaként, a kisátmérőjű hordozható bányabeli műszer mintapéldánya. A felszíni egység (típusa: KRF-2-12 XRF) kétcsatornás, spektrumstabilizáló áramkört tartalmazó berendezés. A két csatornában egymástól függetlenül állítható be a kívánt energiaablak. A két energia csatornában jelentkező impulzusok állítható differenciál-számlálóba (scaler) jutnak. A 36 mm-es szondában elhelyezett szűrőpár váltását automatikusan vezérli a felszíni berendezés.

Recskén a bányabeli kutató fúrásokban kísérleti jelleggel röntgenradiometriai méréseket végeztünk. A méréseket 36 mm átmérőjű szondával $1,1 \times 10^9$ Bq (30 mCi) Pu gerjesztő sugárforrással végeztük, száraz, vízszintes fúrásokban 10 cm-es ponttávolsággal. Ugyanazon a szakaszon négy mérési sorozatot vettünk fel, majd egy későbbi időpontban a méréseket megismételtük. Ezt mutatja az 50a, b ábra. A két különböző időpontban végzett mérés során felvett görbék átlagait vastag vonallal tüntettük fel. Mérési adatainkat összevetettük a magminta anyagon végzett 1 m-es intervallumra vonatkozó kémiai elemzésekkel. E célból kiszámítottuk az átlaggörbék ugyanazon intervallumokra vonatkozó átlagértékeit és az átlagot képviselő vízszintes szakaszra felírtuk a kémiai elemzési adatokat Cu %-ban. Az elemzési adatokkal való összhang jónak mondható a műszerfejlesztés jelen stádiumában, de a műszer karakterisztikájának pontos beméréséhez az elemzési intervallumokat sűríteni kell.

A korszerű elektromos karotázs berendezések és eljárások fejlesztése témakörben elkészült a négy vezető-éren működtethető sekélykarotázs (max. 1500 m) berendezéshez illeszkedő *fókuszált áramterű ellenállásmérő berendezés*, amely 3 részből áll: felszíni egység, lyukelektronika, kábelsonda. A legkorszerűbb elektronikai elemekből felépített műszer szondaegysége 60 mm átmérőjű, felszíni része az ELGI fejlesztésű sekélykarotázs (max. 1500 m) berendezésekhez illeszkedik. A 4 eres, 7 elektródás műszerrel az év folyamán eredményes kísérleti szelvényezéseink voltak. A 51. ábrán bemutatjuk a Mátyás-140-es fúráson végzett mérések eredményét. Jól látható a laterológ szelvény felbontóképességének és ellenállás-dinamikájának lényeges növekedése, az $AM=0,1$ m potenciál szondával mért szelvényhez képest.

Több éves fejlesztés után 1979-ben lezártuk a *kisátmérőjű indukciós mérőrendszer* fejlesztését. A 4FV40 típusú szonda és a hozzá tartozó felszíni egység



50. ábra. Bányabeli kutató fúrásokban végzett kísérleti röntgenradiometriai mérések

a – 10 cm-es ponttávolságú mérési sorozatok;
b – későbbi időpontban megismételt 10 cm-es ponttávolságú mérési sorozatok

Fig. 50. Experimental X-ray radiometric measurements in the Recsk Copper Mine in exploratory drillings

a – measurement series with 10 cm spacing;
b – measurement series with 10 cm spacing repeated at a later date

Рис. 50. Экспериментальные рентгенорадиометрические измерения в подземных разведочных скважинах

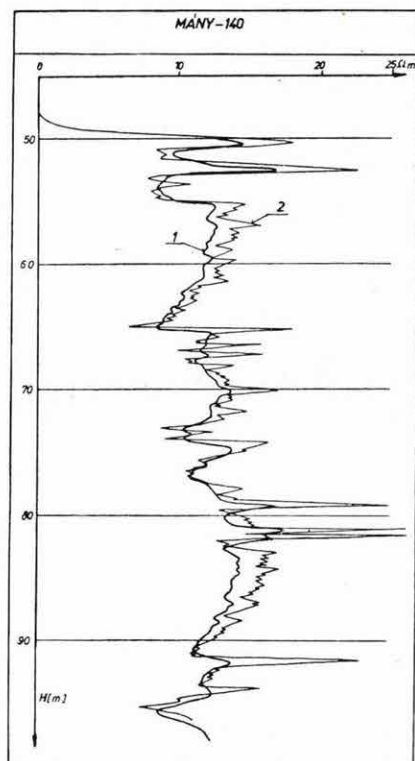
a – серии измерений с шагом 10 см;
b – серии измерений с шагом 10 см, повторенные в более позднее время

a K-500 – K-1500 műszer család rendszerébe illesztve alkalmas kis fajlagos ellenállású rétegek vezetőképességének mérésére a 30 mS/m – 2 S/m értéktartományban. Az indukciós elv lehetővé teszi a vezetőképesség mérését száraz vagy műanyag csővezetett fúrásokban is (52. ábra). A mérőrendszer négytekerces, s így a fúróiszap hatását csökkenti. A szondaátmérő 43 mm. Az eredmények értékeléséhez a Moszkvai Geológiai Kutató Egyetemmel közösen értelmezési görbesereget számítottunk.

A mélyfúrási geofizikai vizsgálatok körének kiterjesztéseként bevezettük a kőzetek mágneses tulajdonságainak vizsgálatára szolgáló *szuszeptibilitás méréseket*, csehszlovák gyártmányú GM-250 típusú, hazai karotázs berendezésekhez illesztett szondával. Kísérleti méréseket elsősorban a Börzsöny-hegységi vulkanitos területen, másodsorban szén- és bauxitkutatási területen végeztünk. A berendezés mérési tartománya $\kappa = 10^{-4} - 10^{-1}$ SI, de már $\kappa = 10^{-5}$ SI-től mérőképes. A szuszeptibilitás szelvényezés alkalmazására az Nb-20 sz. fúrás szelvényének részletét mutatjuk be (53. ábra) példaként.

A Börzsöny-hegység érc kutatási programjában mélyülő fúrásokban a litológiai tagolást biztosító hagyományos (PS, fajlagos-ellenállás, természetes-gamma, gamma-gamma, neutron-neutron, bőség), valamint az érces zónák kimutatására szolgáló speciális (kontakt PS, szelektív gamma-gamma, gerjesztett polarizáció) mérési eljárásokat alkalmaztunk. A hagyományos szelvények a maghiányos szakaszok értelmezését a tektonikailag igénybe vett zónák lehatárolását, továbbá az alapvető képződmények (andezitek, agglomerátumok, tufák) és ezek agyagásványosan bontott változatainak jó elkülönítését és meghatározását teszik lehetővé.

A fúrási szelvények ércesedési viszonyainak tisztázására alapvetően a szelektív gamma-gamma és gerjesztett polarizációs mérésekre támaszkodtunk. A szelektív gamma-gamma eljárás a gyakori hintett ércesedési zónákat is megbízhatóan indikálja. A gerjesztett polarizációs mérések során paraméterként a látszólagos fajlagos ellenállásra normált, gerjeszthetőségre jellemző adatokat regisztráljuk. Az érces zónákat mindkét módszer a földtani rétegsorral jó egyezéssel indikálja (54. ábra).

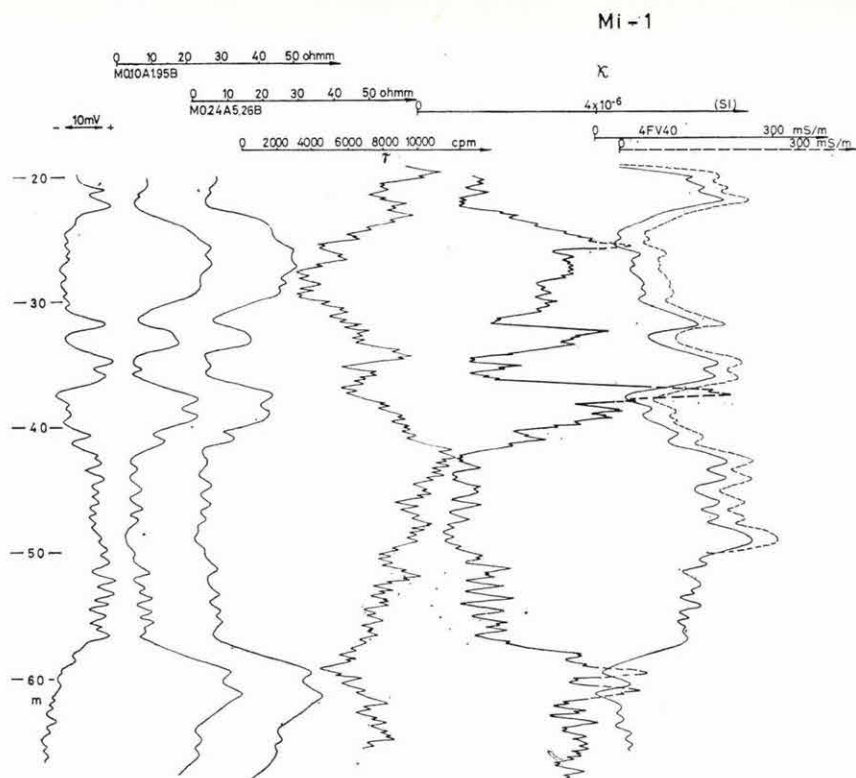


51. ábra. Hagományos potenciál és fókuszált ellenállás szelvények
1 – AM=0,1 m potenciál szelvény;
2 – fókuszált ellenállás szelvény

Fig. 51. Normal and focused resistivity logs

1 – AM=0.1 m normal resistivity log;
2 – focused resistivity log

Рис. 51. Графики стандартных методов потенциалов и сопротивлений с фокусировкой
1 – график потенциалов при AM=0,1 м;
2 – график сопротивлений с фокусировкой



52. ábra. Indukciós szelvény béléscsővezett fúrásban

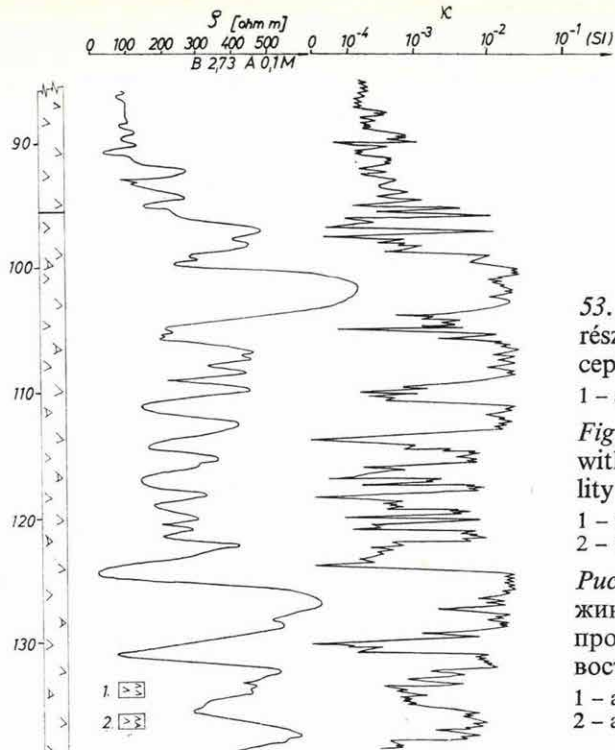
Fig. 52. Induction log in cased well

Рис. 52. Кривая индукционного каротажа в обсаженной скважине

A fúrások közötti korreláció – tekintettel a bonyolult földtani-ércesedési viszonyokra – sem általános litológiai, sem ércesedési szempontból nem volt eredményes.

A gerjesztett polarizációs eljárás alkalmazására vízkutató fúrásokban is kísérletet tettünk. Itt az érces területen kapott jelszintekhez képest igen alacsony szintek mellett is jó eredményt kaptunk. A GP szelvények alapján a viszonylagosan jól gerjeszthető, nem permeabilis agyagos homokok jól elkülöníthetők a vízádásra alkalmas szakaszoktól. Így várható, hogy a GP szelvények felhasználásával a vízádó rétegen belül is kijelölhetjük a legjobb szakaszokat. Ennek illusztrálására a medgyesbodzási fúrás egy részletét mutatjuk be (55. ábra).

Az adatfeldolgozás automatizálása terén programrendszert dolgoztunk ki a vízkutató fúrások kvantitatív értelmezésére. A programrendszer HPL programozási nyelven készült a HP 9825A típusú asztali kalkulátorra. A feldolgozáshoz szükséges bemeneti szelvényeket, programokat és az eredményeket a géphez tartozó mágneskazettán tároljuk.



53. ábra. Nb-20 jelű fúrás részlete ellenállás és szuszceptibilitás mérésekkel

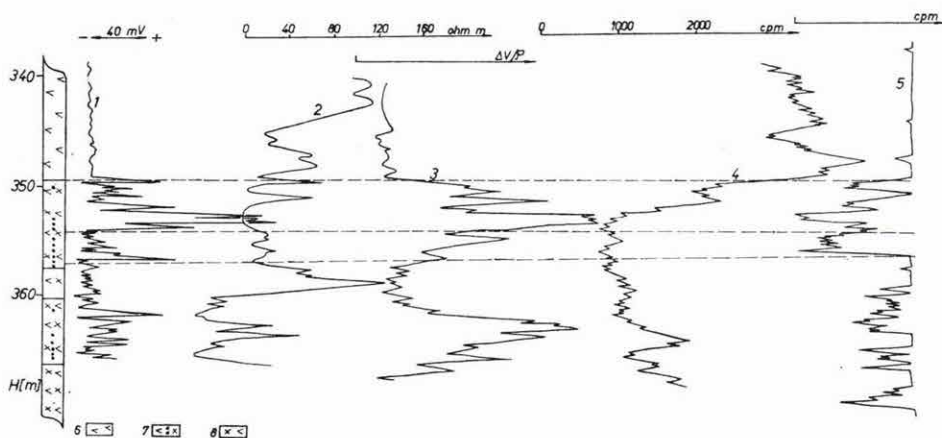
1 – andezit; 2 – amfibolandezit

Fig. 53. Detail of well Nb-20 with resistivity and susceptibility logs

1 – andesite;
2 – amphibole andesite

Рис. 53. Часть разреза скважины Nb-20 по методу сопротивления и восприимчивости

1 – андезиты;
2 – амфибольные андезиты



54. ábra. Börzsöny-hegységi ércesedett andezitben felvett karotázs szelvények

1 – kontakt potenciál; 2 – fajlagos ellenállás; 3 – gerjesztett potenciál; 4 – neutron-neutron; 5 – szelektív gamma-gamma; 6 – andezit; 7 – ércesedett andezittufa; 8 – andezittufa

Fig. 54. Logs recorded in mineralized andesite of the Börzsöny Mts

1 – contact potential; 2 – resistivity; 3 – IP; 4 – neutron-neutron; 5 – selective gamma-gamma; 6 – andesite; 7 – mineralized andesite tuff; 8 – andesite tuff

Рис. 54. Каротажные кривые, полученные в орудененных андезитах гор Бёржён

1 – контактный потенциал; 2 – удельное сопротивление; 3 – возбужденная поляризация; 4 – ННК; 5 – селективный ГГК; 6 – андезиты; 7 – орудененные андезитные туфы; 8 – андезитные туфы

A HP 9825A gép hardware kiépítettsége lehetővé teszi a karotázs mérési anyag kétféle úton történő gépbe juttatását. A géphez illesztett ER-300 típusú lyukszalagolvasón keresztül az eredeti analóg szelvények gray-kódos digitalizált szelvényei vihetők be, míg a MEMODYNE típusú kazettás egység az eredetileg kazettára felvett mérési anyag gépbe adását biztosítja. A beadó az intézeti

HP 9825A típusú számítógép perifériájaként dolgozik. Megoldása azonban általánosabb: bármely IEC 1975 szabványú interface csatlakozáshoz alkalmas. A HP-IB illesztőknél használt interface funkciók közül az alábbiakat teljesíti: TALKER, LISTENER, SERVICE, REQUEST, INTERFACE CLEAR.

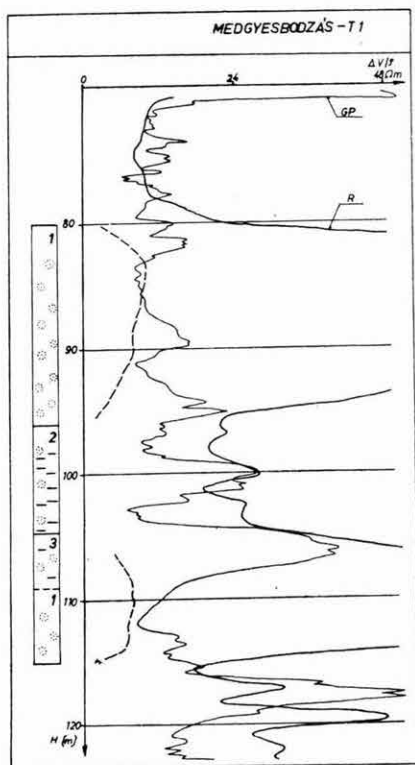
A programrendszer automatikus, az egyes programok input paraméter igényeinek a gép billentyűzetén keresztül történő biztosítása után a felhasználó részéről nem kíván több beavatkozást.

A programrendszer főbb lépéseit és az eredmény megjelenítését az 56. ábra mutatja. A programrendszer jelenleg kísérleti futtatási stádiumban van, a további igényeknek megfelelően bővíthető.

Ipari elemanalitika terén kifejlesztettünk egy berendezést és kidolgoztuk annak alkalmazását *timföldgyarak folyamatszabályozására*.

Az Almásfüzitői Timföldgyárral kötött kutatási szerződésünk értelmében megoldottuk a feldolgozásra kerülő bauxitok elemzése során nyert koncentráció-adatoknak a Gyár vezérlését irányító számítógépbe juttatását. Ily módon a technológiai irányítás a bemenő bauxit minősítése alapján történhet.

Az 57. ábrán a kialakított folyamat-szabályozási rendszert mutatjuk be. A szállítószalagon beérkező bauxitból automatikus mintavevő és mintaelőké-



55. ábra. Medgyesbodzás T-1 fúrás gerjesztett potenciál- és ellenállás szelvénye

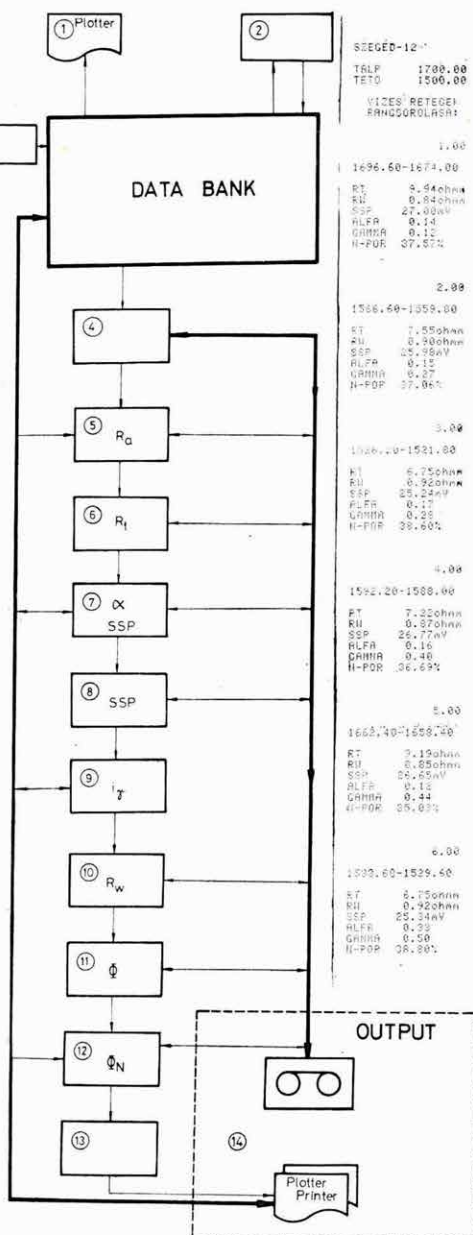
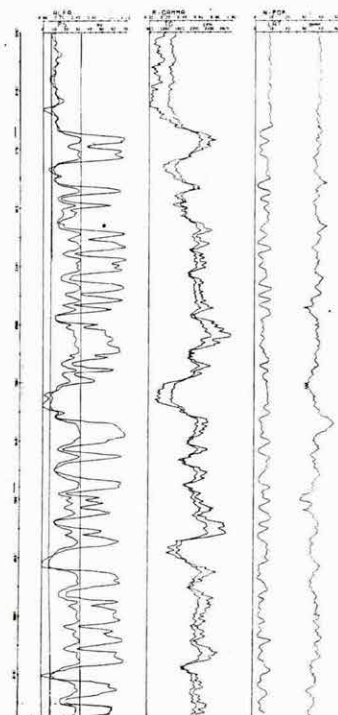
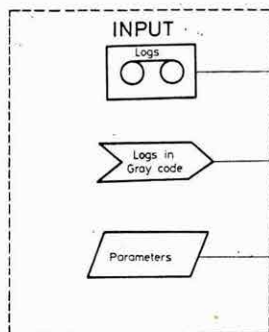
1 - homok; 2 - homokosagyag;
3 - kispermeabilitású agyagos homok

Fig. 55. IP and resistivity logs in well T-1 at Medgyesbodzás

1 - sand; 2 - sandy clay;
3 - low permeability argillaceous sand

Рис. 55. Кривые по методам ВП и сопротивлений в скважине Меддешбодзаш Т-1

1 - пески; 2 - песчаные глины;
глинистые пески с низкой проницаемостью



56. ábra. Vízkutató fúrások kvantitatív értelmezésének programrendszere

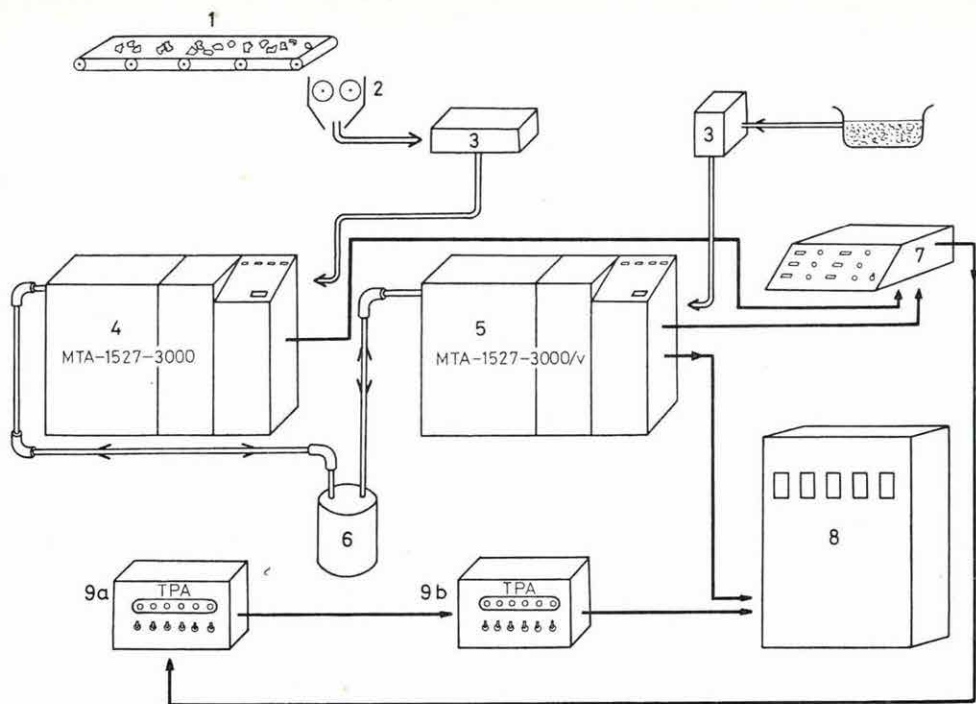
1 – szelvények ellenőrzése CALCOMP plotteren; 2 – szelvények mélységegyeztetése; 3 – szelvények konvertálása fizikai egységre; 4 – litológia meghatározása; 5 – víztároló rétegek R_a jellemző értékeinek meghatározása; 6 – víztároló rétegek R_t értékeinek meghatározása; 7 – bázisvonalak, α tényező, SSP meghatározása; 8 – víztároló rétegek SSP értékeinek meghatározása; 9 – relatív gamma meghatározása teljes szelvényre; 10 – víztároló rétegek R_w értékeinek meghatározása; 11 – víztároló rétegek porozitásának meghatározása; 12 – porozitás meghatározása neutron szelvényből teljes szelvényre; 13 – víztároló rétegek rangsorolása; 14 – eredmények nyomtatása, rajzolása

Fig. 56. Program package for quantitative interpretation of water exploration wells

1 – checking of logs on CALCOMP plotter; 2 – depth adjustment of logs; 3 – conversion of logs to physical units; 4 – determining lithology; 5 – determining characteristic R_a values of water-bearing beds; 6 – determining R_t values of water bearing beds; 7 – determining base line, α factor, SSP for entire section; 8 – determining SSP values of water-bearing beds; 9 – determining relative gamma for entire log; 10 – determining R_w values of water-bearing beds; 11 – determining porosity of water-bearing beds; 12 – determining porosity from neutron log for entire section; 13 – classification of water-bearing beds; 14 – printing, plotting of results

Рис. 56. Система программ для количественной интерпретации каротажных данных водопоисковых скважин

1 – проверка кривых по плоттеру CALCOMP; 2 – согласование кривых по глубине; 3 – преобразование величин кривых в физические единицы; 4 – литологическая привязка; 5 – определение характерных величин R_a водоносных пластов; 6 – определение величин R_t водоносных пластов; 7 – базисные линии, фактор α , определение величины SSP для всего разреза; 8 – определение величин SSP водоносных пластов; 9 – определение относительной величины гамма-излучения для всего разреза; 10 – определение величин R_w водоносных пластов; 11 – определение пористости водоносных пластов; 12 – определение пористости по кривой НК для всего разреза; 13 – классификация водоносных пластов; 14 – печатание, вычерчивание результатов



57. ábra. Ipari elemanalitikai berendezés alkalmazása timföldgyárak folyamat-szabályozására

1 – szállító szalag (automata mintavevővel); 2 – mintatörő; 3 – tubusoló és mintatovábbító rendszer; 4 – MTA-1527-3000 bauxitanalizátor; 5 – MTA-1527-3000/V vörösiszap elemző automata; 6 – aktiváló rendszer; 7 – digitál analóg konverter; 8 – vezérlő terem; 9 a, b – TPA számítóközpont

Fig. 57. Using an industrial element analyser to control production processes in alum earth plants

1 – conveyor (with automatic sampler); 2 – sample grinder; 3 – tube filler and sample transmitter; 4 – bauxite analyser type MTA-1527-3000; 5 – red mud analyser type MTA-1527-3000/V; 6 – activation system; 7 – D/A converter; 8 – control room; 9a, b – TPA computer

Рис. 57. Применение аппаратуры для производственного анализа элементов для управления процессами производства глинозема

1 – транспортер (с автоматическим устройством для взятия проб); 2 – дробильщик проб; 3 – система дозирования и транспортировки проб; 4 – анализатор бокситов типа MTA-1527-3000; 5 – автоматическое устройство для анализа красного ила типа MTA-1527-3000/V; 6 – активационная система; 7 – преобразователь аналог/код; 8 – помещение с пультом управления; 9 a, b – вычислительный центр ТРА

szító közbeiktatásával a minták az MTA-1527-3000 típusú kőzetanalizátorba jutnak. Meghatározzuk az Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , TiO_2 és Fe_2O_3 tartalmat, amely adatok az általunk kiépített digitál-analóg konverteren, valamint digitális rendszereken keresztül a Gyár vezérlőtermébe, illetve a timföldgyártás technoló-

giáját ellenőrző és irányító TPA típusú számítógépbe kerülnek. A szállítmány minősítése a beérkezéstől számított egy órán belül rendelkezésre áll.

A termelés utolsó fázisában visszamaradó vörösiszap elemzését a hasonló módszertani elvek alapján kidolgozott MTA-1527-3000/V típusú berendezéssel végezzük. Ezt a vizsgálatot az Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , TiO_2 és Fe_2O_3 komponensek mellett az Na_2O meghatározására is kiterjesztettük. Ezek a vizsgálatok a technológiai folyamat hatásfokának a meghatározására alkalmasak, valamint a visszamaradó Na_2O értékből a lúgadagolás helyessége ellenőrizhető.

A kialakított folyamatirányítási rendszer több hónapon keresztül tartó kontroll vizsgálatai igazolták az elvárásokat. Hasonló analitikai és folyamat-szabályozási rendszert tervezünk a Magyaróvári Timföldgyár részére is.

3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK

A Tihanyi Obszervatóriumban folyamatosan regisztráltuk a *földmágneses tér* F totális értékét és D, H, Z komponenseit.

A tér-variációk vizsgálatára a következő rendszereket használtuk:

- a) nagy érzékenységgű, Bobrov típusú műszerekből felépített rendszer, analóg regisztrálási móddal, D, H, Z komponensekre;
- b) normál variációs rendszer, Bobrov variométerekből felépítve, a nemzetközi előírásoknak megfelelő analóg magnetogramok előállítására, F, D, H, Z komponensekre;
- c) vihar rendszer, erősen csökkentett érzékenységgű Bobrov variométerek felhasználásával, analóg regisztrálási móddal, D, H, Z komponensekre;
- d) La Cour rendszer, viszonylag alacsony érzékenységgel és analóg regisztrálással, D, H, Z komponensekre;
- e) digitális kimenetű, viszonylag nagy érzékenységgű és felbontóképességű rendszer lyukszalagos regisztrálási móddal, D, H, Z komponensekre.

A b) és d) pontban leírt rendszerek egymás tartalékát képezve adják a változó mágneses tér tanulmányozásához szükséges alapadatokat. Ezek felhasználásával állítottuk elő a mágneses tér jellemző paramétereit, amelyeket felhasználnak a légi közlekedéstől kezdve a nyersanyagkutatáson keresztül a térképezésig.

Az a), c) és e) pontokban megadott műszer rendszerek elsősorban érdekeőbb geofizikai események tanulmányozására, rövidebb időszakra szóló nagy intenzitású kutatásokra szolgálnak.

A fenti relatív műszerek időszakos hitelesítését ELSEC és Geometrics típusú proton magnetométerekkel (H, Z, F komponensek) és QHM magnetométerekkel (H, D komponensek) végezzük.

Tájékoztató adatként közöljük, hogy a leggyakrabban használt mágneses paraméter, a deklináció 1979. évi középértéke:

$$\begin{aligned} \bar{D}_{1979} &= 1^{\circ} 4,5' & \text{Tihany } \varphi &= 46^{\circ} 54,0' \text{ N} \\ & & \lambda &= 17^{\circ} 53,6' \text{ E} \\ & & h &= 187 \text{ m} \end{aligned}$$

* Csapó G., Hegymegi L., Lomniczi T., Márton P.-né, Pollhammer M.-né, Reményi Gy., Sárhidai A., Szabó Z., Tóth P., Varga P.

Ebben az évben is végeztünk összehasonlító méréseket a környező országok obszervatóriumaiban, amelyek megadták a folyamatos ellenőrzés lehetőségét.

Megkezdjük Magyarország mágneses újrafelmérését, elsősorban normáltér meghatározás és mágneses alaptérkép készítése céljából. A térképezés során közvetlen méréssel meghatározzuk az F, D, H komponenseket. A mérési eredmények redukciójához és korrekciójához a Tihanyi Obszervatórium adatait használjuk fel. Méréseinket Kelet-Magyarországon kezdtük, év végéig befejeztük a térképezési munka mintegy harminc százalékát.

Az *ionoszféra-magnetoszféra* kutatás területén tovább folytattuk a rendszeres whistler-regisztrálást. Ezzel párhuzamosan január és február hónapokban az INTERKOZMOSZ-18 mesterséges hold áthaladásai idején rendkívüli megfigyeléseket végeztünk. Elkészítettük az anyag statisztikai analízisét, eleget tettünk nemzetközi adatszolgáltatási kötelezettségeinknek. A mérési adatokból elektronsűrűség szelvényeket szerkesztettünk. Meghatároztuk az elektronsűrűségmodellt leíró egyenleteket az $L = 1,5 - 2,5$ földugárnyi magasságtartományra. Adataink jó egyezést mutatnak más szerzők $L = 2,5$ magasságra kapott adataival, de kisebb magasságok felé az elektronsűrűség gyorsabban növekszik, mint azt eddig feltételezték. Vizsgálatainkat Roburentből (Olaszország) származó adatokra is kiterjesztettük, a kapott eredmények megerősítik hazai eredményeinket.

Újabb bizonyítékokat találtunk arra vonatkozóan, hogy a whistlerekből nyerhető elektronsűrűség adatok bizonyos magasságtartományra nem adnak egyértelmű eredményeket. E jelenség oka valószínűleg a plazmaszféra longitudinális irányú inhomogenitásaiban keresendő. A jelenség tisztázásához több állomás adata szükséges, mert egy adott whistler terjedésének földrajzi szélessége a mérési adatokból kiszámítható, földrajzi hosszúsága azonban nem.

Gravitációs árapály megfigyeléseket folytattunk Potsdamban a Központi Földfizikai Intézetben a BN-07 (GS-11 No 190) Askania graviméterrel. Az észlelések analóg és digitális csatornán történtek 1978 novemberétől 1979 decemberéig.

A Bécsei Tudományegyetem és a Grazi Műegyetem műszereivel az elmúlt év első felében osztrák-magyar együttműködés keretében graviméteres megfigyelésekre került sor a Tihanyi Obszervatóriumban.

Foglalkoztunk az ún. maradék görbék vizsgálatával is, melyek úgy állíthatók elő, hogy a mérési eredményekből a luniszoláris változások modellezésével és alulvágó szűrő alkalmazásával kizárjuk az árapályt és a műszerjárást. Ennek során χ^2 teszt alkalmazásával és hisztogram görbék összeállításával sikerült kimutatni, hogy a maradék görbék nem tekinthetők véletlen jellegűnek, determinisztikus komponenseket tartalmaznak. A vizsgálatba bevont megfigyelési sorok spektrumainak minden esetben maximuma van $15^\circ/\text{h}$ és $30^\circ/\text{h}$ helyen, ami arra mutat, hogy a szokásos földárapályt analizáló eljárások alkalmazásakor a meteorológiai hatások nagymértékben torzítják az analízis eredményeként

adódó földárapály paramétereket. Amplitúdóhányadosok esetében ez a szisztematikus hatás rövidebb sorozatok vizsgálatakor 1–3% is lehet és még fél éves megfigyelési sor feldolgozásakor is elérheti az 1%-ot.

A földrengések előrejelzésével kapcsolatban az utóbbi évek során számos statisztikai vizsgálatot végeztek. Ezek következtetései meglehetősen ellentmondóak. Míg a vizsgálatok egy része szoros statisztikai kapcsolatot vél felfedezni a földrengések kipattanásának időpontja és az árapály fázisa között, addig más kutatások arra a következtetésre jutnak, hogy ilyen összefüggésről nem lehet beszélni. Elméleti modellszámításokat végeztünk annak érdekében, hogy tisztázzuk a luniszoláris hatás lehetséges kapcsolatát a földrengésekkel. Kiszámítottuk az árapály következtében a Föld köpenyében jelentkező normális és transzverzális feszültségeket a földsugar függvényében. Meghatároztuk a luniszoláris eredetű feszültségek azimut függését. Vizsgálataink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy amennyiben a Föld árapálya szerepet játszik a földrengések kioldódásában, hatása több tényezőtől függ:

- az árapály sokkal nagyobb mértékű feszültségeket kelt az egyenlítői vidékeken, mint a mérsékelt égövön, a sarkvidéken pedig hatása elhanyagolható;
- az árapály okozta feszültségek észak-déli irányú szerkezeti vonalak esetében maximálisak, kelet-nyugati szerkezeti vonalak esetében mértékük 1–2 nagyságrenddel kisebb;
- a luniszoláris hatás okozta feszültségek többszörösen nagyobbak meredek dőlésű szerkezeti vonalak mentén, mint lapos törések mentén.

Fentiek alapján megállapítható, hogy a luniszoláris hatás földrengéseket kioldó hatásának lehetősége az Egyenlítő felé haladva és elsősorban észak-déli irányú meredek dőlésű törésvonalak mentén növekszik.

Meghatároztuk a világóceánok árapályának különböző osztrák és magyar földárapály megfigyelő állomásokra gyakorolt hatását (II. táblázat). A táblázat segítséget nyújt az osztrák–magyar együttműködésben végzett megfigyelések értelmezéséhez. A táblázat alapján megállapítható az is, hogy Innsbruck és a többi állomás között az észlelt M_2 hullám esetében jelentős eltéréseknek kell lenniük.

II. táblázat

Table II.

Таблица II.

Állomás	φ	λ	O_1		K_1		M_2		S_2	
			$\Delta\delta$	$\Delta\kappa$	$\Delta\delta$	$\Delta\kappa$	$\Delta\delta$	$\Delta\kappa$	$\Delta\delta$	$\Delta\kappa$
Innsbruck	47°26	11°38	+0,0078	+0°03	+0,0017	+0°05	−0,0304	+0°30	−0,0259	+0°42
Wien	48°25	16°36	+0,0064	−0°02	+0,0028	−0°10	−0,0259	−0°38	−0,0205	+0°32
Graz	47°04	15°26	+0,0063	−0°03	+0,0030	−0°12	−0,0259	−0°26	−0,1971	+0°30
Sopron	47°41	16°34	+0,0062	−0°03	+0,0033	−0°14	−0,0250	−0°40	−0,1892	+0°27
Tihany	46°90	17°87	+0,0060	−0°05	+0,0035	−0°15	−0,0230	−0°58	−0,1810	+0°26

Az OGIL által olajkutakon végzett nyugalmi nyomásváltozás megfigyelések idősorainak feldolgozása megmutatta, hogy azok egyes esetekben a földárapály okozta dilatációval is kapcsolatba hozhatók. Ha ezek a feltételezések további esetekben is igazolódnak, úgy a luniszoláris dilatáció vizsgálata kiegészítő adatokat szolgáltathat a jövőben a kőolajat tároló szerkezetek tulajdonságainak vizsgálatához.

Paleomágneses vizsgálatokat a Mecsek-hegység, a Dunántúli-középhegység, a Bükk-hegység és az Upponyi—Szendrői-hegység kőzetmintáin végeztünk.

A Mecsek-hegység migmatitos eredetű granitoidjainak részletes, 25–50°C-os lépésekben történt termolemnesezése felfedte, hogy a természetes remanens mágnesezettség több komponensű. A mai mágneses térben keletkezetten kívül két, különböző irányú stabil komponens van jelen a minták nagy részében. Az egyik, minden mintában kimutatható, és ezért a kőzet keletkezésével egyidősnek tekintett mágneses összetevő iránya:

$$\begin{array}{ll} \text{statistikus paraméterek:} & \bar{D}=188,0^\circ \quad \bar{I}=18,1^\circ \\ & n=11 \quad \alpha=8,1^\circ \end{array}$$

Ez nagyon hasonló a stabil európai tektonikai keretben a felső karbonra várható irányhoz, de nem egyezik tökéletesen azzal.

Az eredeti mágnesezettségre 300 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten keletkezett, hematit által hordozott komponens rakódott, amelynek iránya a bosztonit mágnesezettségi irányához hasonló. Ezért a másodlagos stabil mágnesezettséget a bosztonittal egyidősnek, kréta korúnak tartjuk.

Utóbbival egyezik a gránitplit minták döntő többségének iránya is. Az aplitok mágnesezettségét másodlagosnak gondoljuk és feltételezzük, hogy hordozója a trachidolerit-bosztonit vulkanizmussal egyidőben regionálisan megemelkedett hőmérséklet hatására a földpátokban szételegyedett hematit.

Az ELTE TTK Geofizikai Tanszékeivel közösen végzett kutatás eredményeként felvázoltuk a Dunántúli-középhegységnek a földmágneses pólushoz képest végzett mozgását a mezozoikumban. Megállapítottuk, hogy a Dunántúli-középhegység mezozoos látszólagos pólusvándorlási görbéje az afrikai lemezre meghatározott pólusvándorlási görbe menetével egyezik, amely a stabil európaiától eltérő módon zárt hurkot ír le a triástól a felső krétaig terjedő időszakban. A dunántúli-középhegységi és az afrikai pólusvándorlási görbék azonban nem fedik egymást, hogy fedésbe kerüljenek a Dunántúli-középhegységnek a harmadkorban az afrikai lemezhez képest végzett kb. 30°-os óramutató járásával ellenkező irányú forgását kell feltételeznünk.

A Bükk-hegységből feldolgozott minták kiválasztásában, azonkívül, hogy típusfeltáráskból származzanak, a legfontosabb szempont tektonikai helyzetük volt. Mivel újabb ismereteink szerint az alaphegység képződményeit zöldpala fáciesű metamorfózis érte, a mágnesezettség gyűrődéshez viszonyított korát csak hasonló korú, de eltérő tektonikai helyzetű kőzetek vizsgálatától

lehetett remélni. Ezért feldolgozásunkat két időszak képződményeire összpontosítottuk: a felső karbon mészkőlelencsékre és a triász képződményekre (58. ábra). A tektonikai helyzetet a mintavétel kapcsán végzett terepi megfigyelésekből állapítottuk meg. A természetes remanens mágnesezettség tisztítását termelmágnesezéssel végeztük. Mivel a metamorfózis hőmérséklete 300 °C körül lehetett, az ennél magasabb hőmérsékleten stabil mágnesezettséggel dolgoztunk tovább. Irányát az ún. tektonikai koordináta-rendszerbe transformáltuk, azaz a képződményt és vele a mágneses vektort visszaállítottuk gyűródés előtti helyzetébe.

A vizsgálatok jelenlegi szintjén a következő megállapításokra jutottunk:

- A felső karbon mészkőlelencsék irányainak korára a gyűródési teszt nem adott választ, mivel az irányszórás a tektonikai korrekció előtt és után is kb. egyforma. Úgy gondoljuk, hogy a mágnesezettség lényegében elsődleges eredetű, de az irányított nyomás kissé módosította.

- A triász képződményekre a gyűródési teszt negatív eredményeket adott. A mágnesezettség tehát gyűródés és metamorfózis utáni. Középiránya: $\overline{D}=331,2^\circ$; $\overline{I}=31,6^\circ$; $K=8$; $\alpha_{95}=21,4^\circ$, a meghatározás hibáján belül a Dunántúli-középhegységre meghatározott triász irányhoz hasonló. Ebből következik, hogy a Dunántúli-középhegység és a Bükk-hegység a mezozoikumban és azóta egyazon szerkezeti egységhez tartozhattak, azaz az afrikai lemezről csak a harmadkorban szakadtak le.

A Szendrői hegységben és az Upponyi—Szendrői-hegység között felszínen levő paleozoos rögök területén végzett vizsgálatok során mintákat gyűjtöttünk a Borsodi Mészkő Formáció néhány típusfeltárásán (59. ábra, 48, 49), ahol a korábbi eredményekhez hasonlóan a mai mágneses térben való teljes átmágneseződést tapasztaltuk.

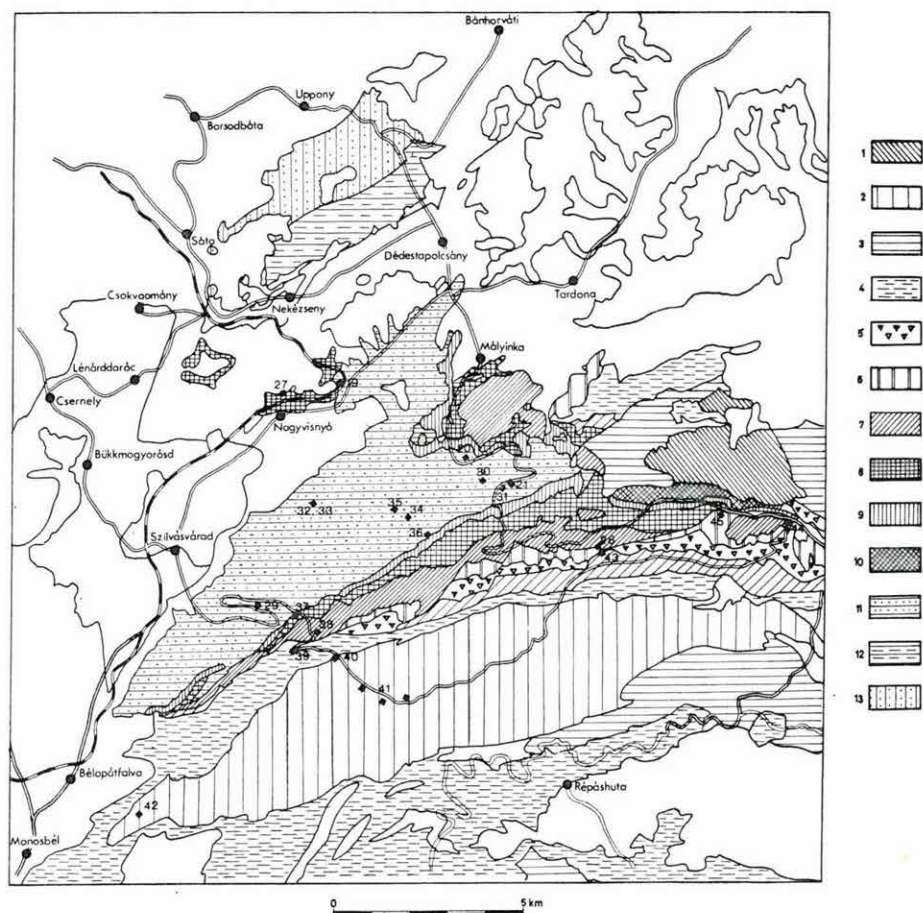
A 59. ábrán feltüntetett (46, 47) Szendrői-hegységből származó minták az Átmeneti Törmelékes Összetétel ÉNy-ra dőlő szárnyából származnak. A korábbi, DK-i dőlésű rétegekből vett mintákkal egybevetve megállapítható, hogy a Szendrői hegységben meghatározott mágnesezettségi irányok a szerkezet-alakuláshoz képest utólagosak.

A Szendrői-hegység és Upponyi-hegység között felszínen levő paleozoos rögök (59. ábra, 50) közeteiből egységes mágneses irány nem volt meghatározható.

A *geodéziai gravimetriai* témakörben a csehszlovák és bolgár szakemberekkel nemzetközi kooperációban részt vettünk a Kárpát-Balkán poligon méréseiben.

A gravitációs hálózatok korszerűsítése keretében befejeztük a II. rendű gravitációs hálózat pontjainak telepítését és kidolgoztuk a mérés metodikáját.

Folytattuk műszervizsgálati tevékenységünket: 1979-ben kísérleti méréseket kezdtünk a Worden graviméterek periodikus hibáinak megállapítása céljából.



58. ábra. Paleomágneses mintavételi helyek a Bükk-hegységben

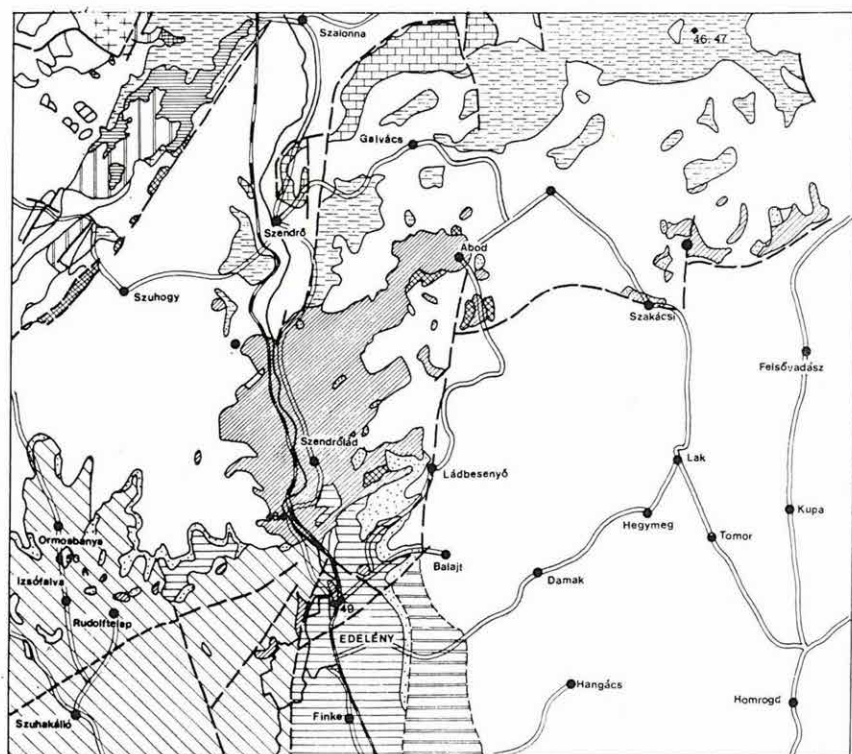
1 – „Kisfennsíki mészkő”: k. triász; 2 – „Fennsíki mészkő”: k. triász; 3 – tűzköves szürke mészkő, helyenként dolomit: k. triász; 4 – sötétszürke palaösszlet, homokkő, tűzköves mészkő- vagy kovapala beletelepülésekkel: k. triász; 5 – porfirít, diabáz és tufáik: k. triász; 6 – szürke dolomit: k. triász; 7 – alsó triász általában; 8 – fekete, bitumenes mészkőösszlet: f. perm; 9 – tarka pala és homokkőösszlet: k.-a. perm; 10 – kristályos mészkő, diabáztufa- és tufit beletelepülésekkel: f. karbon; 11 – sötétszürke agyagpala és homokkőösszlet, felső részében mészkőlelencsékkel: f. karbon; 12 – sötétszürke agyagpala-homokkőösszlet (Upponyi-hg.): devon; 13 – mészkő-palaösszlet, diabáztufával (Upponyi-hg.): devon
Mintavételi helyek: 29 – karbon pala; 19–21, 30–35 – karbon mészkőlelencsék; 27., 28., 36 – perm tarkapala, mészkő; 37–45 – triász mészkő, dolomit és pala

Fig. 58. Sampling sites for paleomagnetic investigations in the Bükk Mts

1 – “Small highland limestone”: M. Triassic; 2 – “Highland limestone”: M. Triassic; 3 – grey limestone with flint, at some places dolomite: M. Triassic; 4 – dark grey shale complex with sandstone, flint limestone or flinty slate interbedding: M. Triassic; 5 – porphyry, diabase and their tuffs: M. Triassic; 6 – grey dolomite: M. Triassic; 7 – Lower Triassic, in general; 8 – black bituminous limestone complex: U. Permian; 9 – variegated slate and sandstone complex: M. – L. Permian; 10 – crystalline limestone with diabase tuff and tuffite interbeddings; U. Carboniferous; 11 – dark grey shale and sandstone complex, with limestone lenses in its upper part: U. Carboniferous; 12 – dark grey shale-sandstone complex (Uppony Mts): Devonian; 13 – limestone-slate complex with diabase tuff (Uppony Mts): Devonian. Sampling sites: 29 – Carboniferous slate; 19–21, 30–35 – Carboniferous limestone lenses; 27, 28, 36 – Permian variegated slate, limestone; 37–45 – Triassic limestone, dolomite and slate

Рис. 58. Места взятия образцов для палеомагнитных исследований в районе гор Бюкк

1 – известняки среднего триаса; 2 – известняки среднего триаса; 3 – кремневые серые известняки, местами доломиты среднего триаса; 4 – толща темноселых сланцев с пропластками песков, кремниевых известняков или кремнистых сланцев – средний триас; 5 – порфиристы, диабазы и их туфы; 6 – серые доломиты – средний триас; 7 – нижний триас; 8 – толща черных, битуминозных известняков – верхн. пермь; 9 – толща цветных сланцев и песчаников – средн.-нижн. пермь; 10 – кристаллические известняки с пропластками диабазных туфов и туфитов – верхн. карбон; 11 – толща темноселых глинистых сланцев и песчаников, в верхней части с линзами известняков – верхн. карбон; 12 – толща темноселых глинистых сланцев и песчаников (горы Уппонь) – девон; 13 – толща известняков-сланцев с диабазовыми туфами (горы Уппонь) – девон;
Места взятия проб: 29 – карбонские сланцы; 19–21, 30–35 – карбонские линзы известняков; 27, 28, 36 – цветные сланцы, известняки пермского возраста; 37–45 – триасовые известняки, доломиты и сланцы



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

59. ábra. Paleomágneses mintavételi helyek a Szendrői-hegységben és az Upponyi–Szendrői-hegység között felszínen levő paleozoos rögökön

1 – homok, agyag, barnaköszén: pliocén; 2 – felső riolitufaösszlet: miocén; 3 – csökkentsősvízi agyag, homok, riolituff, mocsári agyag és barnaköszén: miocén; 4 – agyag, homok, homokkő, kavics, barnaköszén: miocén; 5 – kavics, homok, homokkő, konglomerátum, tarkaagyag és kavics: miocén; 6 – sötétszürke palaösszlet, homokkő, tűzköves mészkő vagy kovapala betelepülésekkel: k. triász; 7 – wettersteini mészkő, dolomitlencsékkel: k. triász; 8 – szürke dolomit, gutensteini mészkő és dolomit: k. triász; 9 – kampili rétegek általában: a. triász; 10 – fehéres kristályos mészkő és dolomit, sötétszürke kövületes mészkő, mész- és agyagpala, homokkő: devon; 11 – sötétszürke sericités agyagpala és homokkő, szürke kristályos mészkőlencsékkel: devon; 12 – szürkésávós, fehér és világosszürke kristályos mészkő: devon

Mintavételi helyek: 46–47 – Átmeneti Törmelékes Összlet; 48–49 – Borsodi Mészkő Formáció; 50 – Upponyi és Szendrői-hegység között felszínen levő paleozoos rögök

Fig. 59. Sampling sites for paleomagnetic investigations in the Szendrő Mts and on Paleozoic outcrops between the Uppony and Szendrő Mts

1 – sand, clay, brown coal: Pliocene; 2 – upper rhyolite tuff complex: Miocene; 3 – brackish clay, sand rhyolite tuffite, swamp clay and brown coal: Miocene; 4 – clay, sand, sandstone, gravel, brown coal: Miocene; 5 – gravel, sand, sandstone, conglomerate, variegated clay and gravel: Miocene; 6 – dark grey shale complex with sandstone, flinty limestone or flinty slate interbeddings: M. Triassic; 7 – Wetterstein limestone with dolomite lenses: M. Triassic; 8 – grey dolomite, Gutenstein limestone and dolomite: M. Triassic; 9 – Campili beds in general: L. Triassic; 10 – whitish crystalline limestone and dolomite, dark grey limestone with fossils, limey slate and shale, sandstone: Devonian; 11 – dark grey sericitic shale and sandstone with grey crystalline limestone lenses: Devonian; 12 – grey striped, white and bright grey crystalline limestone: Devonian

Sampling sites: 46–47 – Transitional Detritus Complex; 48–49 – Borsod Limestone Formation; 50 – Paleozoic outcrops between the Uppony and Szendrő Mts

Рис. 59. Места взятия образцов для палеомагнитных исследований в горах Сендрэ и на палеозойских блоках, обнаженных на дневной поверхности между горами Уппонь и Сендрэ

1 – пески, глины, бурые угли – плиоцен; 2 – верхняя толща риолитовых туфов – миоцен; 3 – умеренно соленоводные глины, пески, риолитовые туффиты, болотные глины и бурые угли – миоцен; 4 – глины, пески, песчаники, галечники, бурые угли – миоцен; 5 – галечники, пески, песчаники, конгломераты, цветные глины и галечники – миоцен; 6 – толща темносерых известняков, песчаники с пропластками кремнистых известняков или кремневых сланцев – ср. триас; 7 – веттерштейнские известняки с линзами доломитов – ср. триас; 8 – серые доломиты, гутенштейнские известняки и доломиты – ср. триас; 9 – кампилийские отложения: а – триас; 10 – беловатые кристаллические известняки и доломиты, темносерые ископаемые известняки, известковые и глинистые сланцы, песчаники – девон; 11 – темносерые серицитовые глинистые сланцы и песчаники, с пропластками серых кристаллических известняков – девон; 12 – кристаллические известняки с серыми полосами, белого и светлосерого цвета – девон

Elkészült a graviméteres mérések feldolgozó programrendszere (COPAG= Computation, Preparation and Adjustment of Gravity-measurements), amely két nagyobb részre tagolódik. Az első része előkészíti a graviméteres mérések eredményeit a kiegyenlítéshez (COPG=Computation and Preparation of Gravity-measurements), a második része pedig kiegyenlíti a Δg relatív nehézségi gyorsulásértékeket és az egyes mérési pontokra végleges nehézségi gyorsulásértékeket számol. A kiegyenlítésnél az ún. matrix-ortogonalizációs megoldási eljárást alkalmazzuk. Eredményül a mérési pontok g értékét, valamint a graviméterek léptékegyütthatóját, a kiszámított értékek középhibáit, a súlyegység középhibáját, az egyes gravimétereket jellemző középhibákat és a javításokat kapjuk. A programrendszer FORTRAN programozási nyelven készült.

Befejeztük a kéregmozgási szintezési hálózat pontjainak graviméteres mérést és elkezdjük az 1973–79 között végzett mérési anyag feldolgozását és kiegyenlítését.

Külföldi mérések*

1978-ban az ELGI egy hónapig tartó kísérleti geofizikai méréseket végzett Jugoszláviában az Obrovac, illetve Drniš térségében levő bauxitelfordulásokon. A méréseket az ELGI az ALUTERV megrendelésére alvállalkozóként végezte. 1979-ben a dalmáciai bauxitelfordulások kutathatóságáról elemző tanulmány készült, amely a további mérések tervét is tartalmazta.

A mérések célja kettős volt:

1. az Obrovac környéki elfordulás közel függőleges településű bauxitjának felszíni geofizikai módszerekkel történő nyomozása a közvetlen bányamegnyitást előkészítő fúrások telepítéséhez,
2. a töbrökben települt, elfedett bauxit-elfordulások geofizikai indikálhatóságának tisztázása.

A méréseket fúrásokkal kellő részletességgel feltárt bauxitlencséken végeztük, a geofizikai módszerek hatékonyságának bizonyíthatósága érdekében. A következő módszereket próbáltuk ki: vertikális egyenáramú szondázás, egyenáramú fix elektródás potenciáltérképezés, TURAM rendszerű multifrekvenciás elektromágneses térképezés, VLF-ellenállás térképezés.

A jugoszláviai, tipikusan karsztbauxitok geofizikai kutatása a bonyolult települési viszonyok miatt igen komoly módszertani feladatok megoldását vetette fel: a bauxittelepeket elfedő ún. Promina rétegsoport rendkívül inhomogén, ellenállása 80–400 ohmm között változik. A bauxittöbrök kisméretűek, a bauxit fajlagos ellenállása nagyobb, vagy egyenlő a fedő réteg ellenállásával, utólagos tektonikai mozgások miatt a bauxit nem mindig a nagyellenállású aljzat töbreiben helyezkedik el. A rendkívül nehezen járható karsztos térszín megnehezíti a geofizikai mérések kivitelezését.

A kísérleti mérések egyértelműen tisztázták, hogy az elektromágneses elven alapuló módszerekkel az aljzat szerkezeti viszonyai és még viszonylag kis depressziói is 150 m mélységig kimutathatók (lásd 45. ábra). Az egyenáramú

* Kardeván P., Kakas K., Zsille A.

módszerek alkalmazása kis mélységben nem javasolható, 150 m-nél nagyobb mélységekben való alkalmazhatóságukat kísérleti mérésekkel kell megvizsgálni.

* * *

1979-ben fejeztük be az 1977–78. években Irán ÉNy-i részén, a Sabalan-hegységben végzett gravitációs méréseink feldolgozását és értelmezését. Az iráni kormány megbízásából végzett mérések egy geotermikus fejlesztési terv részét képezték, feladatuk a vulkanikus Sabalan-hegység mélyszerkezetének és az intruzív magmás tömegek jelenlétének kutatása volt. Az expedíció két idényben 1800 gravitációs állomást telepített, nagyrészt nehezen járható, magashegységi területen.

A számítógépes feldolgozás során a szelvénymenti mérésekből, valamint a kőzetmintákból nyert sűrűségadatokkal elsődleges és másodlagos anomália térképeket számoltunk. A maradék-anomália térkép pozitív anomáliái a nagyobb sűrűségű intrúziós tömegeket (andezit, bazalt), a negatív maradék-anomáliák pedig a tufás összlettel kitöltött hegységközi medencéket jelölték ki. A tömegek határát a második-derivált térképen szignifikánsan jelentkező szerkezeti vonalak jelezték.

* * *

Mongóliai kutatási tevékenységünket a KGST tagországok által közösen létrehozott Nemzetközi Földtani Expedíció (NFE) keretein belül folytattuk. A MNK részéről az ELGI fővállalkozóként egy földtani térképező csoportot (MÁFI) és egy 24 fős geofizikai csoportot működtetett.

Geofizikai feladataink a következők voltak:

- a) az É-Kerleni kiemelkedés és a Kerlen-menti területen folyó 1:200 000 és 1:50 000 méretarányú földtani térképezéssel párhuzamosan regionális geofizikai térképezés (gravitációs, geoelektromos és szeizmikus refrakciós módszerekkel) a nagyszerkezeti viszonyok tisztázására, valamint a hasznosítható ásványi nyersanyagok szempontjából perspektivikus geofizikai anomáliák kijelölésére;
- b) részletező komplex geofizikai kutatások végzése, részben az elfedett szerkezetek, részben az elfedett hidrotermális zónák nyomozására geoelektromos (VES, GP szelvényezés) szeizmikus, mágneses, radiometrikus, mikrogravitációs módszerekkel.

A regionális kutatások során 1976–79 között mintegy 32 000 km² területen készült el a három különböző sűrűséggel számított Bouguer-anomália térkép, majd a 2,5 g/cm³ sűrűség értékkel számított térkép másodlagos feldolgozása is.

A részletező mérések segítséget nyújtottak a fluorit indikációk és előfordulásuk térségében az elfedett hidrotermális zónák követéséhez, a ritkafém és ólom-

rézérc indikációk területén a perspektivikus területek lehatárolásához, a GP lecsengési görbék vizsgálata pedig az ércesedés típusának megismeréséhez.

A geofizikai mérési tevékenységet térképezés, és a nyersanyagkutató fúrásokban karotázs mérések egészítették ki.

* * *

A *Könyvtár* jelenlegi állománya 21 948 kötet könyv és folyóirat, valamint 30 821 egyéb könyvtári egység. Állományunkat 1979-ben 514 könyvvel, 425 kötet (1977 db) folyóirattal, valamint 1568 dokumentációs kiadvánnyal, 375 db műszerprospektussal gyarapítottuk. Nemzetközi kiadványcsere révén 466 kiadványt kaptunk és 59 országba, 569 címre 746 intézeti kiadványt küldtünk. Folyóirattárunkat 11 féle új folyóirattal bővítettük.

Könyvtári szolgáltatásainkat az elmúlt évben 5573 olvasó/kölcsönző vette igénybe.

* * *

Nyomásra elkészítettük és megjelentettük az ELGI 1978. *Évi Jelentését*. Megjelentettük a *Bulletin of KAPG Working Group 3.3* (Study of the Earth Tides) második számát.

ANNUAL REPORT OF THE
HUNGARIAN GEOPHYSICAL INSTITUTE
"LORAND EÖTVÖS"
FOR 1979

1 GEOPHYSICAL PROSPECTING

1. GEOPHYSICAL PROSPECTING

Locations of the field works of ELGI in 1979 are presented in Fig. 1.

The geophysical investigation of the *Transdanubian Central Range* continued according to coordinated plans. Figure 2 shows the Mesozoic basement topography according to all geological and geophysical data up till December 1979. The contour maps are based on the integrated refraction seismic-geoelectric profiles. Since 1972 the multicoverage reflection technology has found an ever-increasing role. The VIBROSEIS® technique has been used since 1977; multifrequency electromagnetic mapping and profiling since 1978. On the map the 1979 areas of investigation are marked with a grey frame and numbered: 1-2 for brown coal exploration, 3-6 for bauxite exploration, 7 for regional mapping, 8-9 for detailed mining geophysical investigation. As a result of geophysical prospecting the drilling statistics were fairly good: for brown coal 75 boreholes were drilled in 1979 of which 24 (32%) hit coal of industrial value, 9 boreholes (12%) coal of lower grade, 15 (20%) hit bauxite of which 5 (7%) were of industrial value.

In *brown coal exploration* the marginal areas of the Tarján coal basin were investigated by potential mapping. This proved the presence of terraces (see Fig. 3). The potential map of Fig. 3a was measured by dip-direction supply line, advantageous for outlining faults parallel to the outcrops. For the construction of the basement contour map (Fig. 3b) measurements with perpendicular supply line were also used. Boreholes Tj-31, -33, -45 were located according to these results. Figure 3c shows the location of borehole Tj-31 in cross section. It can be concluded that the coal seams do not reach the fault scarp, and the depth of the terraces is more than 100 m, thus not exploitable by open pits.

In the Máty-E-Zsámbék basin the main task was to determine the fault systems controlling coal occurrence. As an example, a seismic reflection depth section, perpendicular to the main faults is presented in Fig. 4. Borehole Ma-206, located according to this profile, proved the presence of coal. The section proves also the possibility of successfully investigating small tectonic features by the reflection seismic method.

® Conoco trademark

In *bauxite exploration* the Iharkút area, under geophysical investigation till 1978, was the site of an extensive drilling project in 1979. Thus there are already statistical data about the effectiveness of geophysical methods. It can be concluded that they were most effective in near-surface exploration. By VLF-EM mapping those areas where the dolomite basement is too shallow (max. 10 m) for bauxite containing cavities can be separated fast and with low cost. In areas whose depth to the dolomite basement is 30–200 m the purpose of geophysical methods is to outline geophysical anomalies which are hopeful for bauxite. At a later phase geophysical measurements in boreholes have to ensure that no bauxite containing cavity should remain unknown between the known ones. For this procedure in different phases the results of 8 different methods were applied. As an example Fig. 5 is presented from the Iharkút "terrace". From the 23 first order and the 19 second order anomalies covering 40% of the 1.5 km² area, 14 (33%) proved to belong to bauxite bodies of industrial value, 20 (48%) belonged to cavities filled up by younger sediments and only 5 (12%) proved to be false, originating from inhomogeneities. The effectiveness of geological-geophysical interpretation is apparent from Fig. 6, along profile I–10, marked on the map of Fig. 5. The geophysical measurements of 1975, and the interpretation together with the proposed first three drillings are given in profiles A and B. Profile C shows the final geological cross section as of December 1979. The use of geophysical methods in bauxite exploration decreases the costs of drilling. Computed from an area already in industrial use it has been proven that for a 1 Ft* outlay on geophysics decreased drilling costs by 26 Ft. At the same time geophysics shortens significantly the time of exploration.

The regional geophysical exploration of the *Velence hills* started in 1976 with a detailed gravity survey. From 1978 onwards geoelectric, refraction and reflection seismic methods were used. Ore prospecting started in 1979 by induced polarization measurements. The gravity Bouguer anomaly map, presented in Fig. 7, suggests more than one volcanic centre. It is supposed that it is mainly the andesite bodies that cause the Bouguer maxima, except for a few, where no geomagnetic maximum occurs. The results of the regional geophysical survey changed significantly the previously supposed structural picture. Two integrated seismic refraction-geoelectric profiles are presented in Fig. 8. Profile Go–5 characteristic of the southern, profile Go–6 of the southeastern part of the area. The refracting horizons in Go–5 are (upwards) Carboniferous, Permian and, uppermost, either upper Permian, or Eocene andesite. In the Permian formations the alternating velocities suggest wedging out layers on a weathered surface. The deepening of the ρ_{∞} horizon towards the east suggests that the basement consists of marl, shale and sandstone. In Go–6,

* Note: The unit of Hungarian currency is the forint (Ft).

andesite and andesite tuff appear and gradually increase in thickness towards the north. The profile crosses one of the supposed volcanic centres.

As a means of studying the structure of the supposed volcanic centre, reflection profiles were shot. One such profile of ENE-WSW direction is presented in Fig. 9. It starts from the shale cover of the granite intrusion and crosses the southern limb of the andesitic volcanic centre. The diffracted wave, marked in blue, originates from tectonic contact. The granite intrusion (marked in red) tilted the shales (grey) towards the east. In the centre of the section the Eocene andesite is strongly tectonized. At the end of the section the thickness of the Neogene Sediments (yellow) grows gradually and andesite tuff appears (orange). The pre-Neogene basement (purple) can be marked out unambiguously only on this part. Where the basin floor shows a dome-like uplift, a deeper horizon (brown) appears.

The ore prospecting of the area is connected to the porphyry copper mineralization of the Eocene andesite. To reach our aims, the following works started: geological mapping, regional IP profiling, detailing of IP anomalies in a grid. From the regional IP profiling ($AB=100-300$ m) the most prominent anomalies appear on the eastern limit of the granite-shale complex (Fig. 10). On the andesite hills, where shallow drillings hit strong pyritization, only small amplitude anomalies are present. On increasing the depth of penetration ($AB=800-1600$ m) anomalies of similar amplitude to those on the granite area appear in the southern foreground of the andesite hills and around the outcrops (Fig. 11, 12). The relative amplitude changes of the anomalies on the granite are caused by the resistivity inhomogeneities (phyllosilicate weathering, quartz, granite-porphry and aplite veins) in the granite.

A detailed IP grid survey was carried out on the eastern edge of the granite, on the andesite hills and on the transitory area covered by Pannonian sediments. The survey and interpretation are due to be completed in 1980. As main results up till now delineation of tectonic lines controlling granite-andesite boundary, faults in the granite massif, subsurface areal extension of the Eocene andesite and bodies of sulphidic mineralization can be listed.

Geophysical exploration of the central area of the *Börzsöny Mountains* came to a close in 1979. To complete the structural picture reflection seismic (VIBROSEIS) profiles were shot, for further study of the mineralization additional geoelectric methodological measurements were carried out. A location map of reflection profiles is given in Fig. 13. Structural details traceable by reflection seismics are shown in Fig. 14.

Geoelectric measurements were concentrated on four questions:

- methodology of adjustment of central gradient grid measurements along profiles;
- detailed measurements to clear up confused anomalies;

- combined IP and resistivity profiling for the interpretation of the metallogenic anomalies of Kuruc-patak;
- delineation of the Bánya-pusztá IP anomaly.

One can determine the dimensions of the body causing the IP anomaly of the central gradient IP profiles if the AB distance is at least five times greater than the width of the body. As in the area the anomalies are 1–3 km wide, and AB could not be increased beyond 1080 m because of the limited generator power, at covering parts of the profiles shifts which were not always parallel, appeared. The magnitude of these shifts depends on the relative position of the AB electrodes to the causative body. The adjustment had to produce a profile as if measured by one large AB distance. The algorithm and program developed for the HP-9815 computer, were checked by field measurements.

From the central gradient grid, measured to clear up confused anomalies, two profiles are presented (Figs. 15 and 16). Resistivity maxima appear above massive andesites. The metal factor profile emphasizes IP anomalies connected to resistivity minima, i.e. to strongly weathered rocks. The first exponential component (W_1) of the decay curve correlates well with the apparent dynamic polarizability (DIN P). W_2 shows a similar trend, therefore it was enough to use W_1 for the construction of the anomaly map. To classify the causes of IP anomalies relative changes of remanent polarizability (P_0) with respect to W_1 and W_2 were studied. Thus ore veins are expected in Profile 19, at points 100–120 (19/100–120), and at 37/144–156, whereas disseminated or veinlet-type mineralization at 37/0–16 and 19/52–70.

The combined IP, resistivity and magnetic profiling at the Kuruc-patak anomalies was carried out in an attempt to solve the problem of intermediate IP anomaly over boreholes of high sulphide content. The detailed measurements broke up the confused anomalies into components (see Fig. 17). Thus, steeply dipping bodies of different physical parameters could be interpreted. From the IP profiles the map of parameter W_1 was constructed (Fig. 18). From related anomalies the widths of the causative bodies were determined in the profiles and marked on the map as zones. Fractures, as interpreted by photogeology and geological mapping, are also marked on the map. They show a longitudinal and a transversal system. The longitudinal (N–S, or NNE–SSW) fractures are connected with the mineralization, the transversal system cut the mineralized zones into blocks.

The Bánya-pusztá anomaly was delineated. It is probable that deeper mineralization causes the anomaly.

As a conclusion of the geophysical exploration of the Börzsöny mineralized areas it can be pointed out that the methods utilized since 1977 were successful in properly determining sulphidized zones. Results for dimensions and dips were

verified by drillings. But although the geological conditions of mineralization were clarified, no ore body of industrial value was found.

The regional study of the tectonics of Transdanubia included three areas: 1. the southern edge of the Little Hungarian Plain, 2. the south-eastern foreground of the Mecsek Mountains, 3. the area south of the connecting line of lakes Balaton and Velence. On the first two areas seismic reflection profiles were shot; on the third a telluric and magnetotelluric survey was carried out. The location map of the first area is given in Fig. 19, the time varying filtered time section in Fig. 20. The main reflecting horizon is the pre-Austrian basement. In the south-eastern foreground of the Mecsek Mountains the former results of gravity and refraction seismic surveys are at our disposal. Figure 21. shows the residual anomaly map of the area together with the location of both reflection and former refraction profiles. Part of the reflection time section MV-1/79 in Fig. 22 shows the structure of the Ellend basin; MV-2/79 (Fig. 23) shows the geological build-up of the Boly basin. This section is connected with borehole Pe-1 by reflection profile Bo-1 (Fig. 31). The area is strongly tectonized, the refraction velocities of widely differing formations are near to each other and there are very few boreholes. Up till now there have been several different interpretations regarding both stratigraphy and tectonics. The reflection profiles have helped to clarify some of the problems. This programme is due to continue.

The telluric-magnetotelluric survey comprised 400 telluric points and 20 magnetotelluric soundings. On 5 points telluric bases were compared, in order to adjust parts of the map. The iso-area map of the results is given in Fig. 24. This reflects the major tectonic units. The significant anomalies of both gravity and telluric maps were investigated by magnetotelluric soundings. Figure 25 shows magnetotelluric profile III/79. Δg and A^{-1} values are also marked along the profile. The high resistivity horizon of the magnetotelluric profiles is most probably the basement of the Neogene basin. From differences between Bouguer anomalies and iso-areas changes in the composition of the basement can be deduced.

From karst- and thermal water projects a migrated reflection time section is presented in Fig. 26. At the southern edge of the profile two boreholes produced warm water from Cretaceous carbonates. The main task of the seismic reflection measurements was to detect the extension of these Cretaceous formations and to indicate fault zones. This task was fulfilled and the borehole (Sze-3) located by the results of this profile hit the fault and produced 560 l/min water at a temperature of 60 °C.

The exploration of the alluvial cone of the River Maros (SE Hungary) was continued for the second year. The area of investigation, adjoining the last year's survey area, showed similar geological conditions: three layers of differing geoelectric parameters can be separated. The near surface, medium

resistivity layer consists of several beds. Areas favourable for water production are marked by the high resistivity anomalies of this near surface layer (>28 ohmm) (Fig. 27). The results of the IP survey are of utmost interest regarding borehole location. The map of apparent polarizability (Fig. 28) shows remarkable differences in the area. Experimental measurements in boreholes prove that besides grain size the extent of stratification is the factor influencing IP anomalies (Fig. 29). Integrated interpretation of resistivity, IP and borehole measurements provide the criteria for locating water production boreholes: high resistivity (>28 ohmm), lower than medium polarizability ($\eta=1.6-2.8\%$).

The experimental measurements with the FDEM method proved its applicability in tracing higher resistivity layers, lenses. The seismic reflection profiles gave information about the deeper ($h>200$ m) layers.

For the *investigation of the structure of the Mecsek Mountains* only limited seismic field work was done in 1979. The time section of Or-7/78 seismic reflection profile was given in last year's Annual Report (Fig. 39). Here, the migrated time section is presented, see Fig. 30. One can see that migration helped to clarify the complicated up- and down-faulted structure of the small size structural elements. In the coal seam (J_{1h-s1}) even folds can be distinguished.

In the Boly basin the task of the reflection seismic measurements was to trace the extension of the clastic sediments. In Fig. 31 part of profile Bo-1 is presented. This profile crosses profile MV-1, presented in Fig. 22. Borehole Pe-1, after crossing Triassic (Anisian) and lower Triassic (?) Permian (?) formations, hit quartz porphyry. The Anisian carbonates are good reflectors, thus generating strong multiples. In view of this the surface of the porphyry body is difficult to recognize. East of point 150° above the deepening basement younger formations appear; this shows that in this part of the Boly basin late Paleozoic clastic formations cannot be expected at shallow depths.

2 METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

2.1 SEISMIC METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

In 1979 the following were the main results of our research work in methodology and instrument construction for seismic exploration and computer technology:

1. VIBROSEIS® measurements over the "silent zone" of the Hortobágy;
2. Official approbation and extended use in the Soviet Union of the ES-1010-based expedition centre, further development of its software package, creation of novel possibilities for quick-look interpretation methods of the field material;
3. Further development of the VIBROSEIS® system;
4. Determination of the velocity distribution for the Biharkeresztes-Hosszúpályi Earth Crust and Upper Mantle exploration profile;
5. Installation of the new ES-1035 computer centre.

1. The so-called "silent zone" over the Hortobágy region has resisted the attacks of our geophysicists for many years. This "silent zone" is due to the near-surface layers whose particular build-up transforms the greatest fraction of source energy to the generation of surface waves. Consequently, the records are characterized by extremely strong surface waves and very limited useful energy from the deeper-lying reflectors.

We had already tried to use the VIBROSEIS® method in the territory in 1977 and 1978 and although we did achieve some results at the edge of the silent zone, its central part remained uninterpretable as evidenced by the many kilometres of profile A-14 traversing the zone.

It might seem to be an evident solution to place the geophones "beyond the disturbances" but, of course, this is strongly limited by the rapid decrease in the reflection energy with increasing distance from the source. Consequently, if we wish to use – for obvious economic reasons – the generally applied spread length, then a major part of the spread would belong either to the zone of ground roll or to the zone of irregular noises recorded in lack of reflection energy.

To avoid a significant shortening of spread lengths, we applied geophone and vibrator groups perpendicularly to the profile similarly to the method

elaborated for the shallow-reflection VIBROSEIS® surveys (see Annual Report 1978), but using a perpendicular offset of 1000 m. This method enabled us to get the entire spread into the narrow, disturbance-free zone without reducing spread length. This novel observation system has resulted in a significantly improved record quality. It turned out that even a 1200% stack section (as against the conventional 2400% one) revealed a very good overall correlation of the seismic horizons between the elevated basement south of the silent zone and the deep regions to the north, and it is thus possible to determine the place of deepening and to clarify the structural relationship between the two regions.

The potentialities of the new measurement technique are illustrated in Fig. 32 which gives, as a comparison, details of Profile A-14, measured conventionally and by the new field method.

2. As a new, important step of the Soviet-Hungarian cooperation in mini-computers, successful official approbation of the ES-1010 based expedition centre took place, in Siberia. The equipment was described in our last Annual Report.

In 1979 the program package was completed by programs for the off-line colour plotter. Figure 33 shows a detail of a section migrated and displayed on the ES-1010, in a combined wiggle-trace and coloured amplitude mode. The wiggle-trace can be used to study wavelet shape and interference phenomena after digital gain control; the colours show the original amplitude relationships before gain control.

The colour plotter has found a new application in the rapid study of experimental field measurements. In the series of records shown in Fig. 34 we can directly estimate, in dB units, the reflection amplitudes, signal-to-noise ratios and the dependence of these parameters on the depth and weight of the charges. The two records on the left contain 96 traces, corresponding to source-geophone distance from 10 to 960 m. Displays on the right show only the central 48 traces, geophone spacing being 10 m. In both cases single geophones were used for each trace.

According to the figure, for the given exploration site the reflection amplitudes did not change significantly for charge depths greater than 10 m; for shallower holes the reflection amplitudes decreased. Surface-wave energy decreased with increasing charge depths.

3. In 1979 we continued the extension of the CFS-1 controlled VIBROSEIS® system. For more economic field work the data acquisition unit was extended to 48 channels. Another development target was to find new ways of displaying the field records.

It is of course well known that the quality of the field material is the most important factor in the success of a seismic survey. Conventional, gain controlled monitor displays cannot be used for assessing the quality of records. We have found that the wide dynamic range of the colour plotter makes it an ideal

means to estimate the energy picture of a field record and to tell the differences between subsequent records – simultaneously with recording. We interfaced a digital COROLPRESS-4 type colour plotter to the field equipment, and elaborated the necessary programs for instantaneously displaying the recorded data.

The program makes it possible to display the seismic information simultaneously with recording, or afterwards, from magnetic tape. Program parameters are given interactively, from the console. The possibility exists to display primary records or common-offset single-channel time section with or without static correction. The maximum level of the colour scale – the “red level” – and steps in dB between colours are also input parameters.

4. From the recent results of our Earth Crust and Upper Mantle exploration project it might be useful to point out the velocity determination performed on the material measured in 1978. Field measurements (see Annual Report, 1978) were made along the KESz-1 Profile (Biharkeresztes–Hosszúpályi, from –8.4 km to +32.2 km), in a Dix system. For each channel we used a group of three geophones of 5 Hz characteristic frequency, with a baselength of 40 m. The spacing between group centres was 200 m. For each shot we used a total charge of 600 kg distributed in twelve 30 m deep holes. Recording was made by the SD-10/21 type 24-channel digital equipment.

Sixteen records were processed. For static corrections the effect of the Tertiary sedimentary formations was taken into account and – similarly to the velocity determinations for the Karcag profile – the datum plane was placed 2000 m b.s.l. as if the basement were there. The deviations between the datum plane and the actual depth of the basement were compensated for by appropriate static corrections. Velocity determinations were made by the CVS method, combined with two-dimensional filtering. Prior to display two different kinds of time-varying filtering were applied, of the same characteristics as in Fig. 44 of our 1978 Annual Report. Since the entire processing was made without gain control, the coloured amplitude displays reflect the original energy picture. The velocity function obtained is shown in Fig. 35. For the sake of comparison, the velocity function for the Karcag Profile is also indicated, by a thin line. The interval velocities of Fig. 35 were computed under the assumption that the velocities obtained from the CVS analyses could be considered as r.m.s. values.

The only significant deviation between the two average velocity curves is found in the upper 15 km of the sections. This is because we had no possibility to determine reflections above 5 sec when interpreting the Karcag Profile.

The two sets of interval velocities obviously show several other differences. These differences are more pronounced for those parts where, due to the smallness of the interval, the derived interval velocities are possibly burdened by substantial errors as, for example, near the Mohorovičić discontinuity

(25.5 km). Here, velocities determined from larger intervals were also plotted (continuous line), velocities obtained from smaller intervals being shown by dotted lines. Computed values are compiled in Table I. The interval velocities computed for the Biharkeresztes-Hosszúpályi section show a smaller velocity inversion between 9.3 and 14 km. On the basis of his laboratory experiments on granites, Fielitz (K. FIELITZ, *Explosion Seismology in Central Europe*, Springer Verlag, Berlin 1976) holds possible an inversion of the longitudinal wave velocities at this depth. Just above the Mohorovičić discontinuity the velocity computed from the small interval shows a significant increase with respect to the above-lying layers. Even though we realize the possible errors of velocity determinations it should be recalled that similar changes in the character of the section had already been indicated by an earlier filter test (Annual Report 1978).

5. In 1979 we obtained the basic configuration of our new ES-1035 computer to replace the 10-year old MINSK-32 centre. The machine was placed in a purpose-built room; its experimental run began on 14 October 1979. The new computer belongs to the second series of the ES family: it is compatible with the IBM 370/145 system, and can therefore utilize virtual memory. In addition, it contains an emulator that makes it possible to run programs originally written for the MINSK-32. The basic configuration is shown in Fig. 36, its extension to a full-capacity geological-geophysical complex has already begun. This development will incorporate the interfacing of special-purpose units and the elaboration of the necessary software support.

2.2 GEOELECTRIC METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

The GP-4 type, deep penetration, high resolution induced polarization measuring equipment

It is, of course, well known that the interpretation of apparent anomalies (P_t) measured by the conventional instruments of the induced polarization method yields very limited information about the material properties, quantity, texture and other features of anomalous bodies. In view of this, in 1976 ELGI launched an instrumental-methodological research project, jointly supported by the State Office for Technical Development, the Central Office of Geology and the Hungarian Geophysical Institute "Lorand Eötvös". The primary aims of this research project were:

- to develop an instrument to measure the primary (U_p) and secondary (U_s) electric fields in a wide temporal and frequency range, with great accuracy, high resolution and great penetration depth;
- to elaborate a computerized processing and interpretation method making possible the quantitative description of the electric fields and the determination of the so-called dynamic parameters;
- to carry out systematic experiments with the new instrument and method under laboratory and field conditions;
- to analyse the results obtained, and determine the geological-geophysical information that can be used for the quantitative evaluation of IP anomalies.

The schematic diagram of the new GP-4 measuring unit is shown in Fig. 37. The four electrode pairs MN are connected to the high-impedance amplifier A_1 . Self potential is compensated by a two-stage manual compensator MPS. The low-pass filters designed to suppress industrial and high-frequency noise are placed in block HP. The dc component of the primary field depending on the ohmic resistance of the rocks is compensated by the digital-to-analogue converter $D/A-U_p$. Compensation of the remanent potentials on the decay curves is made by converter $D/A-U_s$. The amplification factor of amplifier A_3 is automatically set by the equipment, on the basis of four samples taken from the secondary curve. The amplification changes in 10 binary steps so that sensitivity varies from 2 $\mu\text{V/bit}$ to 1024 $\mu\text{V/bit}$. A conventional analogue recorder AR can be attached to the terminal point of the analogue system.

The continuously arriving analogue signals pass through the 12-bit analogue-to-digital converter A/D to a photo-optical interface FC, therefrom to the buffer memory H and to the display DISP on the front panel. Final recording of the digitized data is made either by the magnetic cassette tape recorder MTR or on punched tape P. The circuitry AP determines the integral mean values from past samples of the primary and secondary signals; these are stored in the digital-analogue converters $D/A-U_p$ and $D/A-U_s$, respectively. Generation of the sampling time series and of the integration times and the switch on and off of the power supply G is performed by block CL. Data flow between sample and hold (SH), buffer memory and digital recorder is controlled by program counter PC.

The power supply generator works in four modes, differing in charging time (T_k) and recording time (t_k):

- dc impulses of varying width ($T_k/t_k=1$) with identical or alternating sign;
- ac of varying period;
- dc impulses of variable factor of T_k/t_k (2, 4, 8).

The instrument works in four different modes:

- point-like sampling or integral mean value measurement, with varying time of integration;
- in time domain measurements logarithmic equidistant, in frequency domain linear equidistant sampling, with varying sampling interval and number.

The following possibilities exist for recording and displaying the measured data:

- during measurement, data can be read off from indicators on the panel;
- analogue primary and secondary signals are registered by the photo-optical recorder;
- digitized signals are stored on magnetic cassette tapes or punched tapes in GOST or ASC II code.

Processing of the measured data series consisting of several charging impulses of alternating sign is made in two steps:

- signal-to-noise ratio improvement by repeated digital filtering. It can be seen in Fig. 38 that after filtering the primary and secondary curves become similar ($U_s^A-U_p^A$) even though the power supply had no current stabilizer;
- in order to recover the original signal shape, compensation is made for the effect of instrumental filters. In Fig. 38, for the curves U_p^A and U_s^A , the dotted line denotes the signals before correction, the continuous line after correction, for the time range $t=10-100$ ms.

Determination of the dynamic parameters (i.e. amplitudes w_i and time constants τ_i) is made from the corrected curves. From these we compute the relative spectrum $w_i/w_m = f(\tau_i/\tau_m)$, where w_m and τ_m are the amplitude and time constant, respectively, of the fastest component.

Figure 39 shows relative amplitude spectra determined for short and long charging times, for four rock samples. In sample P-18/103 there was a steeply dipping magnetite vein of 8–10 mm width, sample P-18/1184 contained steeply dipping pyrite veins and pyrite agglomerates. Samples P-18/174 and P-18/664 contained thin pyrite and calcopyrite veinlets, and fine-grained disseminated pyrite in fresh andesite and andesitic breccia, respectively. The vein-type mineralization appears with an increasing spectrum, the disseminated texture with a decreasing spectrum, for both charging times. The relative amplitude spectrum of massive sulphide segregation does not attain its maximum even for extremely long charging times (sample P-18/1184). The lower diagram illustrates the anisotropy of the IP effect for two-directional charging (sample P-18/256). For charging perpendicular to the vein plane a smaller time constant belongs to a greater amplitude.

Figure 40 shows three different types of relative amplitude spectra obtained in field measurements. Diagrams B-19/100; B-43/140 and B-51/85 indicate characteristic vein-type mineralization spectra. The initially decreasing tendency of spectra B-37/136 and B-39/34 refers to a disseminated and veinlet-type mixed texture. Since the maximum amplitude could not have evolved for either of these curves, measurements should be performed with charging times $T > 300$ s. Diagram R-6/2 shows the relative amplitude spectrum of a decay curve measured over graphitic slate, the spectrum remains approximately constant as a function of time ($w_i/w_m \approx 1$).

The experience gained from the instrumental-methodological research project can be summarized as follows:

- the behaviour of the relative amplitude spectra of the dynamic parameters computed for short charging times bears information about the mineralization texture;
- it is possible to differentiate between anomalies due to organic carbonaceous and sulphidic formations, respectively;
- the total spectrum of the secondary electric fields can be used for further qualification of the anomalies. For its determination, however, charging time should be many times the greatest time-constant;
- the various sedimentary, metamorphic and volcanic rocks differ in their rock-physical IP parameters; this makes it possible to extend the method to water, carbohydrates and coal prospecting;
- by a computerized processing of the measured data a significant signal-to-noise ratio improvement is achieved, i.e. the penetration depth of the IP method can be increased.

Automatized data processing

We developed a software system for our new HP-9845S desktop computer for the daily control of exploration policy. The system can store, organize and graphically display the already available geological and complex geophysical data. This provides a means of continuously updating the information on the tectonic picture after any new drilling or geophysical measurement, i.e. we can immediately modify our exploration policy and geologic interpretation.

The program package (Fig. 41) consists of 4 main parts:

- a) The whole package is based on a flexible data organizing system making it possible to work with data of drillings, geophysical sections, outcrops and pointwise geophysical measurements. Topographic data directly digitized from map sheets can also be incorporated.
 - b) The second main part serves for data input and correction. Some of the data are directly read from the keys; data available in a graphic form can be digitized on the plotter attached to the computer.
 - c) The third main part performs data collection and interpolation along a regular grid.
 - d) The fourth, the major part, contains the different procedures for graphically representing the collected data. At present, there are 3 different possibilities for graphic display:
 - representation of the drilling data on data sheets (Fig. 42);
 - axonometric maps (cf. Annual Report 1978, Fig. 59);
 - isoline maps (Fig. 43).
- It is also possible to superimpose an isoline map on a base map, containing
- conventional base map data (city limits, highways, rivers);
 - contours of outcrops;
 - boreholes, their identification and productivity;
 - geophysical profiles; faults detected by them;
 - data of pointwise geophysical measurements.

Results of the methodological development of the multifrequency mapping technique using the SE-77 equipment

The TURAM mapping method is in world-wide use because of its obvious advantages, but it is almost exclusively utilized for the prospecting of near-surface sulphide ores. In applying the method for bauxite exploration, we have come up against three major difficulties:

- (i) productive anomalies are indicated by a conductivity increase due to the thickening of the overlying sediments (deepening basement), rather than by a decrease of the specific resistivity;

(ii) as a consequence of (i), much smaller anomalies can be anticipated than in conventional electromagnetic mapping projects;

(iii) because of the wide extension of the highly conducting covering layers we cannot use the free air model.

To overcome these obstacles the following theoretical investigations were carried out:

- a) in the presence of a highly conducting covering layer the magnitude and phase of the magnetic field component significantly deviate from their normal free air values; to take into account this effect we elaborated an algorithm for the theoretical computation of the magnetic field induced by a finite rectangular frame on the surface of a conducting half-space.
- b) we developed a procedure for determining the parameter of the normalizing model;
- c) we carried out experimental field measurements over well-known Hungarian and Yugoslav bauxite deposits to clarify the geophysical interpretation problems of TURAM anomalies.

Even the very first experiments proved the applicability of TURAM mapping in bauxite geology (see Fig. 56 of the 1978 Annual Report);

Mapping performed with several frequencies made it possible to separate the inhomogeneities of the sedimentary cover from anomalies correlating with basement topography. The geophysical interpretation of multifrequency EM mapping is illustrated on the following model: an approximately 150 m thick shaly sedimentary cover of 20 ohmm resistivity overlies the bauxite body of approximately 100 ohmm resistivity, situated in an about 50 m deep cavity of the high-resistivity dolomite basement. The Oligocene sedimentary cover is inhomogeneous due to sandstone interbeddings. Figure 44 shows the $\Delta\varphi$ anomaly map obtained with the SE-77 equipment for the frequencies 315, 105 and 35 Hz. The last frequency has the greatest penetration depth, the near-surface inhomogeneities have a negligible effect on the corresponding map compared with the depth changes of the basement. On the basis of the anomalies obtained for 315 Hz we get an estimated domain *A*; for 105 Hz a somewhat smaller domain *B*; for 35 Hz the domain *C*, as possible locations of the bauxite containing cavity. It has been proved by unproductive drillings that the actual cavity cannot be much greater than *C*. Anomalies appearing for the higher frequencies and not substantiated by the 35 Hz map are obviously due to the inhomogeneities of the sedimentary cover. As the example shows, by multifrequency electromagnetic mapping we can select that frequency which produce a characteristic anomaly on the surface, corresponding to the possibly bauxite-containing cavity.

Our experiments have also proved that the purely inductive method has important geophysical methodological advantages. As an example we refer

to our measurements in Yugoslavia where we were commissioned to map the topography of the high-resistivity basement. The basement consisted of Eocene limestone at a depth of 50–150 m, overlain by an extremely inhomogeneous Eocene–Oligocene Promina formation of specific resistivity varying between 90–400 ohmm. The depth map of the basin floor according to borehole data is shown in Fig. 45A. Boreholes used and contours delimiting the extension of bauxites thicker than 5 m are also indicated (the latter by a red dotted line). The cavities of the basin floor are filled with bauxite of approximately 250–400 ohmm resistivity. Fig. 45B shows the results of the SE-77 measurements. The anomaly map shows a fair correlation with basement topography. Of the 5 drillings proposed on the basis of the anomaly map, four hit bauxite.

Mathematical modelling

In the mathematical modelling of the geoelectrics of non-horizontally layered complex structures, numerical methods are still the most powerful (Annual Report 1978), although analytical methods have also been found promising. An obvious advantage of the latter is that they yield directly computable, simple results.

After the two-dimensional fault model reported previously (Annual Report 1976) we have succeeded in solving the problem for a further two-dimensional structure: for a half-cylinder protruding from the infinite resistivity basement (Figs. 46a, b, c). Induction is made by a two-dimensional dc point source, i.e. by the line source perpendicular to the plane of the figure. The position of the source, the point of measurement and the radius of the cylinder are variable parameters. The field is determined by the method of conform mapping of complex functions. Neglecting derivations, the final result becomes

$$E^{\text{anomalous}}(z) = E^{\text{two-layered}}(W) \cdot \left(1 - \frac{1}{z^2}\right),$$

where $W = g(z) = z + \frac{1}{z}$ and

$$E^{\text{two-layered}}(W) = \frac{I_0}{2h} \frac{\operatorname{sh} \left(\frac{\pi}{h} (W - \operatorname{Re} W_0) \right)}{\operatorname{ch} \left[\frac{\pi}{h} (W - \operatorname{Re} W_0) - \cos \left(\operatorname{Im} \frac{\pi}{h} W_0 \right) \right]}$$

W_0 – position of source,

h – depth of layer boundary divided by radius of anomaly circle.

Figure 46a shows the ratio of the anomaly to the anomaly-free field, for bodies of different size and for an infinitely distant source. Similar curves are

shown in Fig. 46b, for different source positions. If the source gets closer to the origin than the depth of the anomalous body, no clear-cut anomaly will be obtained. In Fig. 46c the continuous line shows the anomaly of a buried source; the anomaly-free field is represented by a dotted line (here the normalization used above has not led to an interpretable result). Since the interpretation becomes more difficult for buried source – even though the anomaly is greater in magnitude than for a surface source – the practical application of the theoretical results is even more crucial.

Archeo-geophysical measurements near Sümeg (Mogyorós Hill site)

During the geological mapping of the area, in 1960, evidence was found of a prehistoric flint-stone mine. Prehistoric man mined out the flint-stone interbeddings in the Biancone limestone (recently covered with sediments to a depth of 0.5–1.5 m), for tool making purposes. In the late sixties the Hungarian Geological Institute (MÁFI) excavated from trial trenches several pits in the limestone, filled with loose limestone and chert debris and fossil soil remnants, containing antler implements and quartzite hammering stones. It seemed to be highly likely that the pits formed part of a connected system of galleries. In 1976 MÁFI excavated connected galleries north of the site shown in Fig. 47.

Since these discoveries ELGI's main task has been to find the most appropriate geophysical technique to detect buried galleries filled with loose material, and to trace by this technique the deeper galleries indicated by trial trenches. We carried out symmetric and combined electric profiling, magnetic (ΔT) and gravity measurements, as well as VLF profiling across already known galleries. Symmetric resistivity profiling proved to be the most successful because the specific resistivity of the material filling the galleries is some 30–35% lower than that of the limestone.

The symmetric resistivity profiling performed with electrode spacings of $AB=10.5$ m and $AB=5.5$ m, detected the individual galleries and their connecting system. The characteristic ϱ_L -minima of the resistivity profiles – correlated by means of several profiles – indicate the galleries (Fig. 47b); the system of galleries is best seen on the normalized specific resistivity map (Fig. 47a). By comparing the measured curves with theoretical ones, and taking into account the magnitudes of the anomalies, the depth of the galleries could also be estimated. The ϱ_L -minima coincide fairly well with the deeper parts of the mining activity found by trial trenches. By using resistivity profiling and excavating trial trenches we expect to find the deeper galleries in the unexplored parts of the region.

2.3 WELL LOGGING METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

In the field of *developing nuclear apparatus and methodology* an experimental example of a caliper sonde supplied with a motor-driven mechanism with a repeater to open and close its arms (Fig. 48a, b) has been designed in one of the development phases of the coal sonde. The three measuring arms are operated by an electromotor which causes a ball spindle to revolve through a high ratio transmission resulting in the compression of a spring. This spring, by means of a toothed bar, presses the arms against the wall.

By virtue of its electronic design the *caliper sonde* is compatible with the nuclear tool family. It furnishes information proportional to borehole diameter in terms of pulse numbers. The sonde is matched to the nuclear surface unit: one conductor is needed to operate it (Fig. 48b).

Basic specification:

Diameter	36 mm
Pressure rating	35 MPa
Maximum borehole diameter to be measured	800 mm
Power requirements	30 V dc max. 100 mA

A mathematical method was elaborated in order to ensure the up-to-date *design of gamma-gamma measuring systems* forming an integrated part in the planned coal sonde. This method relies on the relationship between the prescribed or attainable mean error and the sonde parameters determined and characterized basically by statistical fluctuation (single dispersion). The basic relationship was deduced from the basic equation of two-detector measuring systems following the well-known rules of error propagation.

The reduced and transformed basic relationship is described as follows:

$$\pm \Delta g = \frac{1}{M\sqrt{2\tau}} \sqrt{\frac{1}{N_r} + \frac{1}{N_{rv}} + \frac{1}{N_h} + \frac{1}{N_{hv}}} \quad (1)$$

where

N_r and N_h – counts measured by short and long sondes, respectively,

N_{rv} and N_{hv} – counts measured by short and long sondes, in water or medium used for calibration (r and h for short and long, v for water according to the Hungarian abbreviations)

τ – time constant,

M – rise of the basic equation,

$\Delta\rho$ – single dispersion in terms of density.

The described relationship can be transformed and rendered simpler by introducing the resolutions, characteristic for the short and the long sondes (K_{gr} and K_{gh} , respectively), as well as the equation of the necessary condition $N_r = nN_h$, where parameter “ n ” is the ratio of count numbers measured by the short and long sondes in the medium of highest bulk density.

After transformation the basic relationship acquires the following form:

$$\Delta\rho = \frac{1}{M\sqrt{2\tau}} \sqrt{\frac{2 - K_{gr} + \frac{n}{2} - K_{gh}}{nN_h}}. \quad (2)$$

Figure 49 presents the set of curves calculated with the aid of relationship (2) for the density sonde with the “opening and closing” mechanism. Resolution of the long sonde serves as the parameter of the curves:

$$K_{gh} = \frac{N_{hv} - N_h}{N_{hv}}.$$

There is a close relation between resolutions K_{gr} and K_{gh} , on the one hand, and sonde lengths a_r and a_h , on the other. When the resolutions are known, the corresponding sonde lengths can be designed. With due consideration given to the accuracy in density prescribed for the upper limit of the density measurement range it is possible to specify the required radiation source for the given sonde lengths.

Along the lines of *developing X-ray radiometric apparatus* an example of portable mine equipment with small diameter sonde was completed in continuation of work conducted in the previous year. The surface unit (Type KRF-2-12 XRF) is a two-channel instrument containing a spectrum stabilizer circuit. The required energy windows can be set in the two channels independently of one another. Pulses appearing in the two energy channels fall into an adjustable differential scaler. Changing of the filter pair installed in the 36 mm sonde is controlled automatically by the surface unit.

Experimental X-ray radiometric measurements were carried out in exploration holes in the Recsk copper mine. Measurements at 10 cm intervals were made with a 36 mm diameter sonde in dry horizontal boreholes using a Pu source of 1.1×10^9 Bq (30 mCi) for the excitation. Four measurement

series were recorded over the same interval; then the measurement was repeated later. This is shown in Fig. 50a and b. Averages of curves are indicated by thick lines. Our measured data were compared with the results of chemical analyses on cores for 1 m intervals. To this end average values of the average curves for the same intervals were calculated and the data of chemical analyses in terms of Cu% were written on the horizontal lines representing the averages. Agreement with analysis data can be regarded as good for the present phase of instrument development, but to ensure accurate calibration the intervals of chemical analysis must be closer.

As part of the theme "*Developing up-to-date electric logging apparatus and methods*", a piece of equipment for *focused resistivity logging* using four conductor cables has been constructed. This equipment is compatible with the shallow logger (max. 1500 m) and consists of 3 parts: surface unit, downhole cartridge and cable-sonde. The equipment is built up of the most modern electronic components, its sonde unit has a diameter of 60 mm, and its surface panel matches ELGI designed loggers. Successful experimental work was done with this equipment during the course of the year. In Fig. 51 logs obtained in the borehole Máty-140 are presented. These logs clearly demonstrate a substantial increase in resolution and resistivity dynamics of Laterolog curves compared with logs measured with the normal resistivity sonde $AM=0.1$ m.

As a result of several year's work, construction of the small diameter *induction logging system* was completed in 1979. Its sonde, type 4FV40 and the corresponding surface unit, adapted to the logger family K-500 - K-1500 permits the measurement of conductivity of low resistivity beds within the range 30 mS/m to 2 S/m. The induction principle enables the conductivity measurement to be made in dry or plastic cased holes (Fig. 52). The measuring system includes four coils, thus it reduces the effect of mud. The sonde's diameter is 43 mm. For interpretation purposes a set of master curves was computed as a joint project with the Moscow Institute for Geological Exploration (MGI).

As an extension of the scope of geophysical investigations in boreholes the *measurement of susceptibility* with the purpose of studying magnetic properties of rocks was introduced using a Czechoslovak-made Type GH-250 sonde matched to Hungarian loggers. Experimental measurements were carried out first of all in the volcanic area of the Börzsöny Mts and in the second place in coal and bauxite exploration areas. The measuring range of the instrument is $\kappa=10^{-4}-10^{-2}$ SI, but it can start measuring from $\kappa=10^{-5}$ SI. The application of susceptibility logging is illustrated on a log section recorded in well Nb-20 (Fig. 53).

In holes drilled within the framework of the Börzsöny Mts *ore exploration* programme traditional logging techniques providing for lithological classification (SP, resistivity, natural gamma, gamma-gamma, neutron-neutron, caliper),

as well as special methods to reveal zones of mineralization (contact SP, selective gamma-gamma, induced polarization) were applied. Traditional logs permit the interpretation of sections where cores are missing; they enable tectonized zones to be marked off; further, they allow the separation and determination with good accuracy of volcanic formations (andesites, agglomerates and tuffs) and their argillaceous decomposed varieties.

To clear up conditions of mineralization reliance was placed essentially on selective gamma-gamma and IP measurements. The selective gamma-gamma method furnishes a reliable indication of the frequently occurring zones of disseminated mineralization. With regard to the IP measurements the recorded parameter was the apparent polarizability normalized to apparent resistivity. Both methods indicate mineralization zones in good agreement with the geological log (Fig. 54).

Correlation between boreholes was not successful neither from the viewpoint of general lithology nor mineralization – because of complex geological conditions.

Attempts were also made to introduce the *IP method in water exploration* wells. Here good results were obtained even for very low signal levels – in contrast with those in ore-bearing areas. IP logs permit one to distinguish non-permeable argillaceous sands of relatively good polarizability from water-bearing sections. Thus, it can be expected that the use of IP logs will allow the best water yielding sections to be marked off even within the water-bearing layer. As an illustration, part of the well at Medgyesbodzás is presented (Fig. 55).

Within the area of *automatized data processing* a program package was compiled for the quantitative interpretation of water exploration wells. The program package was compiled in HPL programming language for an HP 9825A type desktop calculator. Input logs, programs needed for processing, and results are all stored on cassette type magnetic tapes belonging to the calculator.

The hardware configuration of the HP 9825A calculator enables well logging data to be entered in two ways: via a punch-tape reader type ER-300 interfaced to the calculator the analog logs digitized in Gray codes are entered, while the MEMODYNE cassette tape recorder provides for entering measured materials recorded on cassette in original form. Here, the input device operates as a peripheral of the HP 9825A calculator but its construction ensures versatile use: it can be attached to any interface of the standard IEC 1975. Among interface functions used for HP-IB interfaces it fulfils the following: TALKER, LISTENER, SERVICE, REQUEST, INTERFACE CLEAR.

After the input parameter requirements of the individual programs have been satisfied via the machine's keyboard the program works without further intervention from the user's side. Fundamental steps of the program package and display of results are shown in Fig. 56. The program system is at present

in the experimental running phase, it can be expanded according to further needs.

An item of equipment has been developed for industrial element analysis and its application established for *controlling production processes in alum earth plants*. Under the terms of a research project in cooperation with the Alumina Plant at Almásfüzitő we have solved the problem of input data obtained from analysing the bauxites to be processed. The data are fed into the computer controlling the production processes of the Plant, thus, technological control is realized on the basis of classifying the entering bauxite.

Figure 57 presents the established process controlling system. Samples of bauxite entering on a conveyer are delivered automatically into the MTA-1527-3000 type rock analyser. The analyser determines the Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , TiO_2 and Fe_2O_3 content and the resulting data pass through ELGI-constructed D/A converter and digital systems into the control room of the Plant, and subsequently into a TPA computer which checks and controls the technological processes of alum earth production. Qualification of raw materials is available within an hour of arrival of a shipment.

Analysis of red mud remaining in the final phase of production is carried out by an MTA-1527-3000/V device constructed according to similar methodological principles. This analysis was extended to the determination of Na_2O in addition to Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , TiO_2 and Fe_2O_3 . This analysis allows the efficiency of the technological process to be assessed as well as enabling the correct dosage of caustic from the remnant Na_2O value to be checked.

Test results of several months prove that the established production control system meets expectations. A similar system for analysis and production control is being planned for the Alum Earth Plant at Magyaróvár.

3 EARTH'S PHYSICS RESEARCH

3. EARTH'S PHYSICS RESEARCH

At the Tihany Observatory continuous recording of the total value F and of the components D , H , Z of the *geomagnetic field* was carried out in the usual way.

The following systems were used to investigate field variations:

- a) a system of high sensitivity built up of Bobrov type instruments with analog recording for components D , H , Z ;
- b) a normal variation system built up of Bobrov variometers to produce magnetograms in accordance with international standards for components F , D , H , Z ;
- c) a storm system using Bobrov variometers of strongly reduced sensitivity with analog recording for components D , H , Z ;
- d) a La Cour system of relatively low sensitivity and with analog recording for components D , H , Z ;
- e) a system of relatively high sensitivity and resolution having digital outputs with punch tape recording for components D , H , Z .

The systems described in *b)* and *d)* – forming a redundancy system set-up – furnish the basic data necessary for investigating the varying magnetic field. They were used to produce characteristic parameters of the magnetic field serving for numerous applications ranging from air transport through mineral exploration. The instrument system indicated in *a)*, *c)* and *e)* serve mainly to investigate geophysical events of special interest, as well as to carry out high intensity research over shorter periods of time.

Periodic calibration of the above mentioned instruments is carried out by ELSEC and Geometrics proton magnetometers (components H , Z , F) and QHM instruments (components H , D).

For information it is mentioned here that the mean value of the most frequently used magnetic parameter – declination – for 1979 was

$$\begin{array}{lll} \overline{D}_{1979} = 1^{\circ} 4.5' & \text{Tihany} & \varphi = 46^{\circ} 54.0' \text{ N} \\ & & \lambda = 17^{\circ} 53.6' \text{ E} \\ & & h = 187 \text{ m} \end{array}$$

Comparative measurements in observatories of neighbouring countries were carried out in this year, too, offering the possibility of continuous checking.

A repeated magnetic survey of Hungary has commenced chiefly in order to determine the normal field and to compile a magnetic base map. In the course of mapping the components F, D, H are determined by direct measurement. Data of the Tihany Observatory are used to correct the field observations. This work began in eastern Hungary and about thirty per cent of the mapping work was completed by the end of the year.

In the field of *ionosphere and magnetosphere* investigations, regular recording of whistlers has been continued. Parallel to this in January and February extraordinary observations were conducted during the passage of the INTERCOSMOS 18 satellite. Statistical analysis of the recorded data was completed meeting our obligations as to international data supply. Electron density profiles were compiled from the measured data. Equations defining the electron density model were determined for the height range of $L=1.5$ to 2.5 Earth radius. Our data are in good agreement with those in the literature for $L=2.5$, but electron density increases faster with decreasing height than had so far been assumed. Our investigations were extended to data originating from Roburent (Italy), with results confirming conclusions reached in Hungary.

New proofs were also found reaffirming that electron density values obtained from whistlers do not give unambiguous results for a certain height range. This phenomenon is probably due to longitudinal inhomogeneities of the plasmasphere. Data from several stations are required to clarify the matter since the geographical latitude of the propagation of a given whistler can be calculated from the observations but not its geographical longitude.

Earth-tide observations were conducted at Potsdam in the Central Institute for Earth's Physics using a BN-07 Askania gravimeter (GS-11 No 190). Observations were made on analog and digital channels from November 1978 to December 1979.

In the first half of the past year gravity observations were carried out at Tihany Observatory with instruments of Vienna University and the Graz University of Technology within the framework of Austrian and Hungarian cooperation.

Investigation of the so called remanent curves were also dealt with. Such curves are produced by excluding tidal effects and instrument drift from the observations by modelling lunisolar variations and using low cut filters.

By using the χ^2 test and compiling histogram curves it could be revealed that the remanent curves cannot be regarded as of random character, they do contain deterministic components. Spectra of observation series involved in the investigations have a maximum in each case at $15^\circ/\text{h}$ and $30^\circ/\text{h}$ indicating that meteorological effects greatly distort tidal parameters when usual procedures of earth tide analysis are used. For amplitude ratios the systematic effect may

reach 1 to 3% when shorter series are involved in the investigation and it may be as high as 1% even when processing a half year's series of observations.

As to forecasting earthquakes numerous statistical investigations were carried out in the past years with rather contradictory conclusions. While some of these investigations seems to detect a close statistical relationship between the triggering of earthquakes and the phase of earth tides, other investigations conclude that no such relationship exists. Theoretical model calculations were made to clear up the possible link between lunisolar effects and earthquakes. Normal and transversal stresses appearing in the earth's mantle due to earth tides were calculated as functions of the earth's radius. The dependence of stresses of lunisolar origin on the azimuth was determined. It has been concluded that if earth tides play a role in the triggering of earthquakes their effect depends on several factors:

- a) the tide generates significantly greater stresses in equatorial areas than in temperate zones, and in polar regions its effect can be neglected;
- b) stresses caused by tide are at maximum in the case of structural lines running parallel to meridians, for east-west structures their effect is reduced by 1 to 2 orders of magnitude;
- c) stresses caused by lunisolar effects are several times greater along steeply dipping structural lines than along flat ruptures.

On the basis of the foregoing it can be concluded that the triggering effect of lunisolar variations increases toward the Equator and along steeply dipping ruptures running north-south.

The effect of ocean tides on various Austrian and Hungarian Earth tide observation stations was determined (Table II.). The table is of help in interpreting observations made in Austrian-Hungarian cooperation. On the basis of the table it can be established that there must be significant deviations in the case of the observed M_2 wave between Innsbruck and the rest of the stations.

The processing of time series of static pressure observations in oil wells carried out by the Research Laboratory of Oil and Gas Industry has shown that in certain instances they can be related to dilatation caused by earth tides, too. If these assumptions are substantiated in further cases as well, then the investigation of lunisolar dilatation may furnish additional data for studying the properties of oil-bearing structures.

Paleomagnetic investigations. Detailed thermodemagnetization in steps of 25 to 50°C of granitoids of migmatite origin of the Mecsek Mts have revealed that the natural remanent magnetization is composed of several components. Apart from those generated by recent magnetic field there are two components having a different stable direction present in a great part of samples. One of them can be identified in all samples and it is thus regarded to be of the same

age as the rock, its direction is $\bar{D}=188.0^\circ$, $\bar{I}=18.1^\circ$ statistic parameters $n=11$, $\alpha_{95}=8.1^\circ$. This is very similar to the direction expected for Upper Carboniferous in a stable European tectonic framework, but does not perfectly correspond with it.

A component carried by hematite and originating below 300°C is superposed on this original magnetization, its direction is similar to that of the magnetization of bostonite. Thus this secondary stable magnetization is regarded to be of the same age as bostonite, i.e. Cretaceous. The magnetic direction of the decisive majority of granite aplite samples coincides with the latter. Magnetization of aplites is taken as secondary and it is assumed that its carrier is hematite intermingled in feldspars; its magnetization having been obtained during the regional temperature increase occurring simultaneously with trachidolerite-bostonite volcanism.

As result of the investigations carried out in cooperation with the Department of Geophysics of the Faculty of Sciences of the Eötvös Loránd University (ELTE) the movement of the Transdanubian Central Range in relation to the geomagnetic pole in the Mesozoic era was plotted. It was established that the apparent pole drift curve of the Transdanubian Central Range for the Mesozoic era coincides with the path of the pole drift curve determined for the African plate, which in deviation from the stable European plate describes a closed loop in the period lasting from the Triassic to the upper Cretaceous. The pole drift curves of the Transdanubian Central Range and of the African plate, however, do not cover one another; to bring them to perfect coverage one has to assume a counter-clockwise revolution by about 30° of the Transdanubian Central Range in the Tertiary period as compared to the African plate.

When selecting rock samples of the Bükk Mts for subsequent elaboration the most important aspect besides ensuring their acquisition from typical outcrops is their tectonic position. Since according to our latest knowledge the basement was subjected to a metamorphism of greenschist facies, the age of magnetization as related to folding could be expected only from the investigation of rocks of similar age occurring in a different tectonic position. Thus our elaboration was concentrated on formations of two periods: upper Carboniferous limestone lenses and Triassic formations (Fig. 58). The tectonic position was determined from field observations conducted in connection with sampling. The natural remanent magnetization was clarified by thermodemagnetization. Since the temperature of metamorphism must have been around 300°C , our work was continued with magnetization stable above 300°C . Its direction was transformed to the so called tectonic coordinate system, i.e. the formation together with its magnetic vector were restored to their position prior to folding.

At the present level of investigation the following inferences have been made:

- The test of folding furnished no answer as to the age of directions in Upper Carboniferous limestone lenses since the scattering of directions are almost the same prior to and after tectonic correction. We deem, that this magnetism is essentially of primary origin but somewhat modified by directed pressure.

- The test of folding led to negative results for Triassic formations. Thus, the magnetism was induced after folding and metamorphism. Its mean direction is $\bar{D}=331.2^\circ$; $\bar{I}=31.6^\circ$; $K=8$; $\alpha_{95}=21.4^\circ$, it is similar within the limits of determination error to the Triassic direction as defined for the Transdanubian Central Range. It suggests that in the Mesozoic era and subsequently, the Transdanubian Central Range and the Bükk Mts may have belonged to the same structural unit, i.e. they drifted from the African plate as late as in the Tertiary period.

In the course of investigations conducted in the area of Paleozoic blocks cropping out to the surface in the Szendrő Mts and between the Uppony and Szendrő Mts, samples were collected on several typical outcrops of the Borsod Limestone Formation (Fig. 59, samples 48, 49) where, similarly to earlier results, a complete remagnetization in a recent magnetic field was observed.

Samples taken from the Szendrő Mts and indicated in Fig. 59 (samples 46, 47) originate from the northward dipping wing of the Transitional Detritus Complex. Comparing the stable directions with those, resulting earlier from samples from south-eastern dipping beds, it can be concluded that directions of magnetization as determined in the Szendrő Mts are subsequent to structure formation.

No uniform direction of magnetism could be determined from rocks of the Paleozoic outcrops between the Szendrő and the Uppony Mts (Fig. 59, sample 50).

Within the scope of *geodetic gravimetry* we have taken part in measurements of the Carpathian-Balkan polygon together with Czechoslovak and Bulgarian specialists on the basis of international cooperation.

In the course of modernizing gravity networks the points of the IInd order gravity network have been monumented by concrete blocks and the methodics of observations elaborated.

Our investigation of gravimeters continued: in 1979 experimental measurements commenced to determine the periodic errors of Worden gravimeters.

The program system for processing gravity measurements (COPAG=Computation, Preparation and Adjustment of Gravity Measurements) has been compiled. This system consists of two main parts. The first part prepares data of gravity measurements for adjustment (COPG=Computation and Preparation of Gravity Measurements), and the second one adjusts the relative values of gravity (Δg) and calculates final gravity values for individual measurement points. For the adjustment the so called matrix-orthogonalization method

of solution is used. As results, the following data are obtained: the g value of measurement points, the scale coefficient of gravimeters, mean errors of calculated values, mean error of the weight unit, mean errors characterizing the individual gravimeters and the corrections. The program system was written in FORTRAN.

Gravity measurement on points of the levelling network established to monitor recent crustal movements was concluded; processing and adjustment of observed data for the period 1973–1979 was commenced.

Activities abroad

In 1978 ELGI carried out experimental geophysical measurements in Yugoslavia over bauxite occurrences in the Obrovac and Drniš region. This work was in the nature of a subcontract for the Hungarian organization ALUTERV. In 1979 we prepared an analytical study of the geophysical explorability of the Dalmatian bauxite. This analytical study contained detailed plans for further measurements.

The measurements served two purposes:

1. Geophysical detection of the near vertical bauxite deposits of the Obrovac site as a basis for recommending exploratory drillings prior to opening mines;
2. Clarification of the geophysical detectability of bauxite occurrences in buried dolinas.

The applicability of the geophysical techniques was demonstrated by performing the measurements over bauxite lenses sufficiently well explored by drillings. The following methods were used: vertical dc sounding, dc fixed electrode potential mapping, the TURAM method of multifrequency electromagnetic mapping, VLF resistivity mapping. During the geophysical exploration in Yugoslavia of typical karst bauxites we encountered a number of serious methodological problems because of the extreme inhomogeneity of the overlying Promina formation (resistivity varying between 80 to 400 ohmm). Karst holes are small-sized, the specific resistivity of the bauxite is greater than or equal to that of the overlying layer, and – due to subsequent tectonic motions – the bauxite is sometimes detached from the basement cavities. The hardly passable karstic terrain is a further obstacle to geophysical work.

The experimental measurements have proved without doubt that electromagnetic methods are utilizable in mapping the basement morphology and even the smaller sinkholes are detected up to a depth of 150 m (Fig. 45). Direct-current methods are not advised for shallow depths, their applicability for depths greater than 150 m deserves further experiment.

* * *

In 1979 we finished the processing and interpretation of our gravity measurements carried out in 1977–78 in NW Iran, in the Sabalan Mts. The measurements performed under Iranian government contract were part of a geothermal development project with the primary aim of clarifying the deep structure of the volcanic Sabalan Mts and the presence of intrusive magmatic bodies. In two seasons the expedition set up 1,800 gravity stations, mostly in hardly passable highland areas.

The computer processing resulted in Bouguer anomaly maps and their filtered versions using densities determined by Nettleton profiles, and by measurements of core samples. Positive anomalies of the residual anomaly map refer to high-density intrusions (andesite, basalt); negative residual anomalies show the intra-mountainous basins filled up with tuffs. Boundaries of the anomalous bodies appear as significant structural lines on the second-derivative map.

* * *

Our Mongolian exploration activity took place within the frames of the International Geological Expedition of the CMEA countries. Hungary was represented by a geological mapping group and a geophysical group of 24 people, organized by ELGI.

The main geophysical tasks were:

- a) To carry out – simultaneously with the 1:200,000 and 1:50,000 scale geological mapping of the N. Kerlen elevation and of the Kerlen region – a regional geophysical survey (using gravity, geoelectric and seismic refraction methods) in order to clarify the gross structural conditions and to trace those geophysical anomalies that seem to offer hopes of finding raw minerals;
- b) To carry out detailed complex surveys to detect buried structures and buried hydrothermal zones by geoelectric (VES, IP profiling), seismic, magnetic, radiometric and microgravity methods.

For the regional project between 1976–79 the Bouguer anomaly maps have been constructed with three assumed densities, for a region of about 32,000 km²; one of these was further processed.

The detailed investigations helped us to follow the buried hydrothermal zones over fluorite indications and occurrences, to delimit the likely prospecting areas among rare mineral and lead-copper ore indications, while the IP decay curves were used to study the type of mineralization.

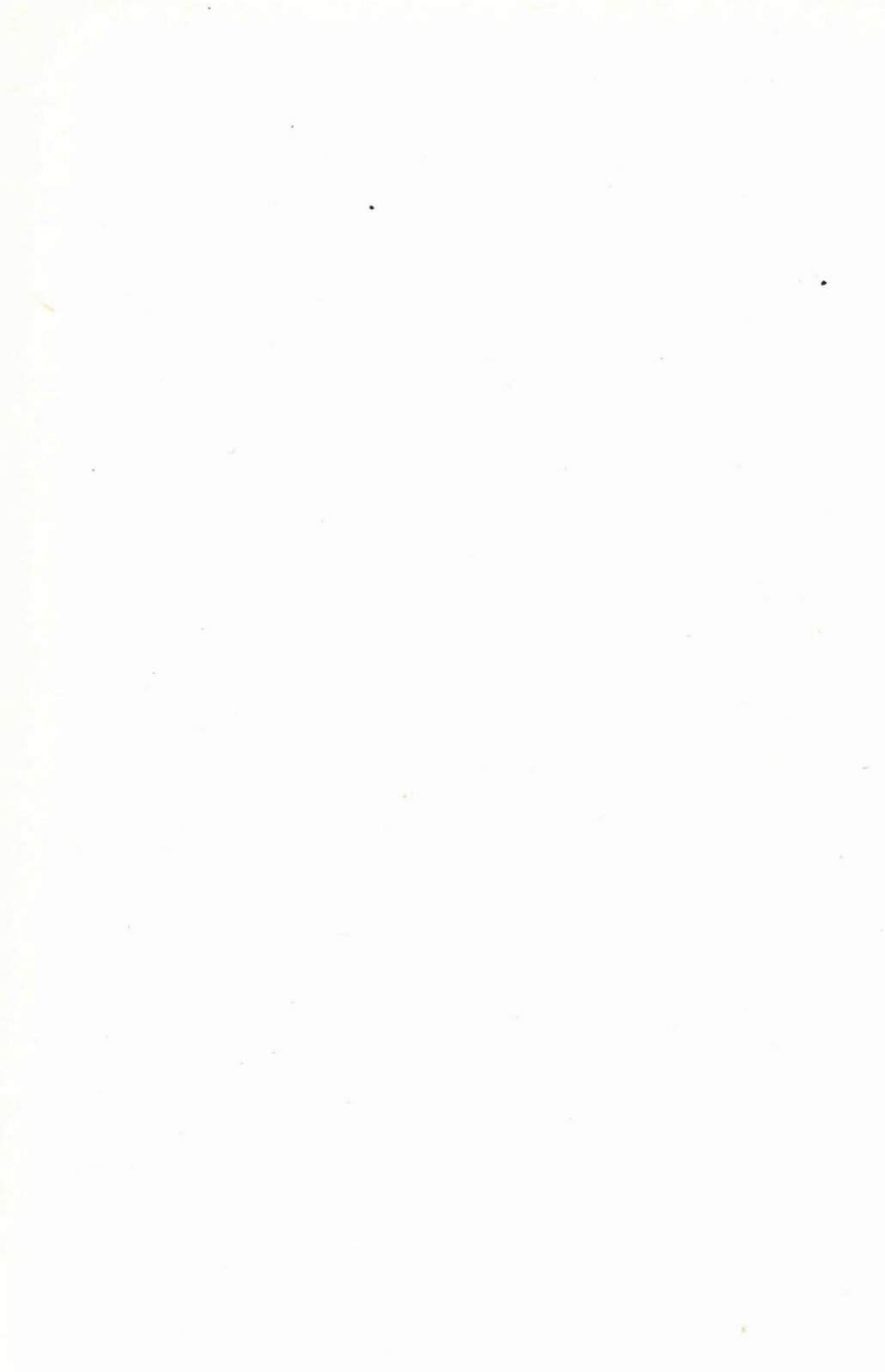
Surface geophysical methods were completed with well logs performed in the exploratory holes.

* * *

Library: The present stock of the library consists of 21,948 volumes of books and periodicals, and 30,821 different library units. Stock increase in 1979: 514 books, 425 volumes of periodicals, 1,568 documentary publications, 375 instrument booklets. Through international exchange 466 publications were received and 746 publications were sent to 569 addresses in 59 countries. Subscriptions were taken out for 11 new periodicals. 5,573 readers were served by the Library in 1979.

* * *

Publications: Annual Report 1978; Bulletin of KAPG Working Group 3.3 (Study of the Earth Tides, No 2.).



ГОДОВОЙ ОТЧЕТ ВЕНГЕРСКОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ.
ЛОРАНДА ЭТВЕША
ЗА 1979 Г.

1 ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ



План полевых работ, проведенных ЭЛГИ в 1979 г. представлен на рис. 1.

Геофизическая съемка *Задунайского среднегорья* продолжалась по координированным планам. На рис. 2 представлена карта топографии мезозойского основания, построенная по всем имевшимся до декабря 1979 г. геологическим и геофизическим данным. В основе карт изолиний лежат комплексные сейсмические (КМПВ) и электроразведочные профили. Начиная с 1972 г. методика наблюдений по МОВ с многократным перекрытием играет все более значительную роль. Вибросейсмический метод применяется с 1977 г., а многочастотная электромагнитная съемка — с 1978 г. На плане участки, заснятые в 1979 г. обрамлены серым контуром и отмечены следующей нумерацией: 1–2 — разведка месторождений бурых углей; 3–6 — разведка бокситовых месторождений; 7 — региональная съемка; 8–9 — детальная горно-геофизическая съемка. В результате проведенных геофизических работ статистика эффективности пробуренных скважин оказалась весьма удовлетворительной: из 75 скважин, пробуренных в 1979 г. на бурые угли, в 24-х (32%) вскрыты промышленные запасы угля, в 9-и (12%) — запас угля менее высокого качества, в 15-и (20%) — залежи боксита, в том числе в 5-и (7%) промышленные залежи.

Для целей *поиска месторождений бурых углей* бортовые участки угольного бассейна Тарьян изучались методом потенциального картирования. В результате этих исследований отмечено наличие террас (см. рис. 3). Карта потенциалов представленная на рис. 3а получена по питающей линии, ориентированной в направлении наклона, что оказывается благоприятным для выделения сбросов, параллельных обнажениям. Для построения карты изогипс основания (рис. 3б) использовались также наблюдения по перпендикулярной питающей линии. Скважины Тj-31, -33, -45 были заложены с учетом этих результатов. На рис. 3с показано положение скважины Тj-31 в поперечном сечении. По этим результатам был сделан вывод о том, что угольный пласт, по всей вероятности, не доходит до зоны сброса, а глубина террас превышает 100 м, следовательно пласт не поддается разработке карьером.

В районе бассейна Мань-Восток—Жамбек, основной задачей проведенных работ было определение системы сбросов, определяющих проявления угля. В качестве примера на рис. 4 представлен сейсмический разрез МОВ по профилю, перпендикулярному основным сбросам. В скважине Ма-206, заданной по этому профилю, выявлено наличие угля. Рассматриваемый разрез свидетельствует также о возможности эффективного изучения тонких тектонических особенностей по сейсмическому методу отраженных волн.

По линии *разведки бокситовых месторождений*, в 1979 г. район Ихаркут, в котором проводились геофизические работы до 1978 г., представлял собой объект обширных буровых работ. Благодаря этому, к настоящему времени уже имеются статистические сведения об эффективности геофизических методов. Эти методы оказались наиболее эффективными в исследовании небольших глубин. Метод сверхдлинноволнового радиопика (СДВР) позволяет быстро и дешево выделять бокситоносные зоны там, где доломитовое основание залегает на весьма мелких глубинах (до 10 м). В районах, где это основание залегает на глубинах 30–200 м, задача геофизических методов сводится к выделению геофизических аномалий, перспективных для боксита. На одном из последующих этапов промыслово-геофизические работы должны обеспечить, чтобы все бокситоносные воронки были выявлены в пространстве между уже выявленными. Для этой цели на различных этапах работ использовались результаты, полученные 8 различными методами. В качестве примера на рис. 5 показана Ихаркутская „терраса“. Из 23 аномалий первого порядка и 19 аномалий второго порядка, занимающих 40% от всей площади 1,5 км², 14 (33%) были связаны с промышленными бокситовыми телами, 20 (48%) — с воронками, заполненными более молодыми отложениями и только 5 аномалий (12%) оказались ложными, вызванными неоднородностями. Эффективность геолого-геофизической интерпретации результатов иллюстрируется рис. 6, по профилю I–1, отмеченному на карте рис. 5. Результаты геофизических работ, проведенных в 1975 г. и их интерпретация, вместе с первыми тремя скважинами, показаны по профилям А и В. Профиль С представляет собой окончательный геологический разрез по состоянию на декабрь 1979 г. Применение геофизических методов в разведке на бокситы снижает денежные расходы буровых работ. По вычислениям, проведенным для района, уже включенного в разработку, показали, что 1 форинт стоимости геофизических работ снижает расходы бурения на 26 форинтов. В то же время геофизика в значительной мере сокращает время разведки.

Региональное геофизическое исследование района гор Веленце было начато в 1976 г. детальной гравиметрической съемкой. Начиная с 1978 г. применялись сейсмические методы МОВ и КМПВ. Рудопоисковые рабо-

ты были начаты в 1979 г. с использованием метода возбужденной поляризации. Карта аномалий поля силы тяжести Буге, представленная на рис. 7, свидетельствует о наличии здесь нескольких вулканических центров. Предполагается, что максимумы Буге вызваны андезитными телами, за исключением некоторых из них, которые не сопровождаются максимумами геомагнитных значений. Результаты региональной геофизической съемки привели к значительному изменению ранее предположенной картины геологического строения. На рис. 8 показано два комплексных сейсмических (КМПВ) и электроразведочных разреза. Разрез по профилю Go-5 характерен для южной, а разрез по профилю Go-6 – для юго-восточной части района. Преломляющие горизонты по профилю Go-5 (наверху) представлены карбонными, пермскими и самый верхний – либо верхнепермскими отложениями либо андезитами. В пермских отложениях изменения скорости распространения упругих колебаний свидетельствуют о наличии выклинивающихся слоев на выветрелой поверхности. По погружению горизонта ρ_{∞} в восточном направлении можно предполагать, что основание складывается мергелями, сланцами и песчаниками. В разрезе Go-6 появляются андезитовые туфы, мощность которых постепенно увеличивается в северном направлении. Профиль пересекает один из предполагаемых вулканических центров.

Для изучения строения предполагаемых вулканических центров, были проведены профили МОВ. Один из них, протягивающийся с восток-северовостока к запад-югозападу, представлен на рис. 9. Он начинается у сланцевого покрова гранитной интрузии и пересекает южное подножье андезитового вулканического центра. Диффрагированные волны, отмеченные голубым цветом, происходят от тектонического контакта. Гранитная интрузия (отмеченная красным цветом) перекинула сланцы (серый цвет) в направлении к востоку. В центре разреза эоценовые андезиты характеризуются сильным тектоническим нарушением. В конце разреза мощность неогеновых отложений (желтый цвет) постепенно увеличивается и появляются андезитовые туфы (оранжевый цвет). До-неогеновое основание (лиловый цвет) однозначно выделяется здесь. Там, где основание бассейна характеризуется куполообразным подъемом, появляется более глубокий горизонт (коричневый цвет).

Рудопоисковые работы в рассматриваемом районе направлены на порфиритовую медную минерализацию эоценовых андезитов. Для достижения поставленной цели были начаты следующие работы: геологическое картирование, региональное профилирование методом ВП, детализация аномалий ВП по сети. По данным профилирования методом ВП ($AB = 100-300$ м) наиболее резко выраженные аномалии выделяются по восточному борту комплекса гранитов-сланцев (рис. 10). Андезитовые поднятия, где мелкие скважины вскрыли значительную пиритизацию, вы-

ражаются лишь в аномалиях небольшой амплитуды. При увеличении глубинности исследований ($AB=800-1600$ м), около южного подножья андезитовых поднятий и вокруг обнажений появляются аномалии, амплитуды которых соизмеримы с аномалиями, выделяющимися в гранитной зоне (рис. 11, 12). Относительные изменения амплитуд аномалий в гранитной зоне, вызваны неоднородностями удельного сопротивления в гранитах (филлосиликатное разложение, жилы кварца, гранитного порфира и аплита).

Детальная съемка по методу ВП была проведена по сети, в восточной бортовой части гранитной зоны, в районе андезитовых поднятий и в переходном районе, перекрытом паннонскими отложениями. Разведочные работы и интерпретация результатов будут закончены в 1980 г. В качестве основных достижений проведенных до сих пор работ можно указать на оконтуривание тектонических линий, определяющих контакт гранита с андезитом, выявление сбросов в гранитном комплексе, определение пространственного протяжения эоценовых андезитов и тел сульфидной минерализации.

Геофизическое исследование центральной зоны гор Бёржён было закончено в 1979 г. Для уточнения картины геологического строения были проведены сейсмические (МОВ, ВИБРОСЕЙС) профили; для дополнительного изучения минерализации выполнены электроразведочные методические работы. План сейсмических профилей МОВ показан на рис. 13. Детали строения, выделенные по данным сейсмических работ МОВ, представлены на рис. 14.

Электроразведочные работы были направлены на решение четырех задач:

- проведение методических работ для выравнивания площадной съемки по методу средних градиентов по профилям;
- сгущение сети профилей для уточнения нарушенного аномального поля;
- комбинирование наблюдений по методам ВП и сопротивлений для интерпретации металлометрических аномалий в районе Куруц-патак;
- оконтуривание аномалии ВП в районе Банья-пуста.

Размеры тела, вызывающего аномалии ВП по профилям средних градиентов, могут быть определены только в том случае, если разнос AB не менее чем в три раза больше ширины самого тела. Поскольку в данном районе ширина аномалий составляет 1–3 км, а разнос AB не может превышать 1080 м в связи с ограниченностью мощности генератора, в зонах перекрытий участков профилей имели место не всегда параллельные смещения. Величина этого смещения зависит от взаимного положения электродов A и B и возмущающего тела. Указанные смещения затем выравнивались с таким расчетом, чтобы весь профиль можно было интерпретиро-

вать, как единственный профиль средних градиентов, заснятый при единственном крупном разнесе AB . Алгоритм и программа, разработанная для этой методики для вычислительной машины НР-9815, были проверены на полевых материалах.

Два профиля, проведенных для выяснения нарушенного аномального поля показаны на рис. 15 и 16, соответственно. Максимумы сопротивлений выделяются над массивом андезитов. По графику металл-фактора выделяются аномалии ВП, связанные с минимумами сопротивлений, т. е. с сильно выветрелыми горными породами. Первая производная составляющей (W_1) кривой затухания хорошо коррелируются с кажущейся динамической поляризуемостью ($DIN P$). Величина W_2 характеризуется подобным поведением, в связи с чем достаточным оказалось использование величины W_1 для построения карты аномалий. Для классификации возмущающих тел, вызывающих аномалии ВП, учитывались изменения остаточной поляризуемости (P_0) по отношению к величинам W_1 и W_2 . На этой основе по профилю № 19 предполагается наличие жил около пикетов 100-120 (19/100-120) и 37/144-156, и наличие рассеянной минерализации или минерализации типа жилков около пикетов 37/0-16 и 19/52-70.

Комплексные работы по методам ВП, сопротивлений и магнитного профилирования в районе аномалий Куруц-патак были проведены для выяснения природы средних по величине аномалий ВП над скважинами, разрез которых характеризуется высоким содержанием сульфида. Детальные исследования позволили разложить сложные аномалии по составляющим (см. рис. 17). Благодаря этому можно было выявить круто наклонные тела с различными физическими параметрами. По данным ВП была построена карта параметра W_1 (рис. 18). По аномалиям была определена ширина возмущающих тел по профилям, причем на карте они отмечены по зонам. Сбросы, выделенные по фотогеологической съемке и геологическому картированию, также показаны на карте. Они образуют продольную и поперечную системы. Продольные сбросы (меридионального или субмеридионального направления) связаны с минерализацией, а система поперечных сбросов разбивает зоны минерализации в блоки.

Оконтурена аномалия района Банья-пуста. Она, по всей вероятности, обусловлена более глубокой минерализацией.

В результате геофизического изучения минерализованных районов гор Бържънь можно утвердить, что методы, применявшиеся с 1977 г. оказались эффективными для выделения сульфидных зон. Определенные величины и наклоны были подтверждены скважинами. Но, хотя геологические условия минерализации выяснены, рудные тела промышленного значения не найдены.

Региональные исследования для выяснения тектонических условий в Задунайской области были проведены в трех районах: 1. в западной части

Малой Венгерской Низменности, 2. в юговосточном подгорье гор Мечек, и 3. в районе западнее линии, связывающей озера Балатон и Веленце. В первых двух районах проводились сейсмические работы методом отраженных волн, а в третьем – работы по методу теллурических токов и по магнитотеллурическому методу. План первого района представлен на рис. 19, а полученный здесь временной разрез, построенный с фильтрацией, изменяющейся во времени – на рис. 20. Основным отражающим горизонтом является здесь доавстрийское основание. Для юговосточного предгорья гор Мечек имеются результаты ранее проведенных гравиметрических и сейсмиоразведочных (КМПВ) исследований. На рис. 21 представлена карта остаточных аномалий, на которой указаны также профили МОВ и КМПВ. На рис. 22 отрезок временного разреза MV-1/79 отражает строение бассейна Элленд, а разрез MV-2/79 (рис. 23) – геологическое строение бассейна Бой. Данный разрез связывается с скважиной Ре-1 через профиль КМПВ Во-1, представленный на рис. 31. Район характеризуется сильными тектоническими нарушениями. Скорости распространения преломленных волн в весьма различных отложениях очень близки, а в районе пробурено весьма мало скважин. До сих пор как стратиграфические так и тектонические условия интерпретировались по-разному. Результаты сейсморазведки МОВ позволили выяснить некоторые вопросы. Работы будут продолжаться.

Теллурическая-магнитотеллурическая съемка включила в себе 400 пунктов наблюдений по методу ТТ и 20 по методу МТЗ. На 5 пунктах наблюдений проведено сопоставление базы, для уточнения некоторых частей карты. Карта изоареал, построенная по результатам, показана на рис. 24. На ней отражаются основные тектонические блоки. Основные аномалии как гравиметрической, так и теллурической карты изучались по данным магнитотеллурического зондирования. На рис. 25. показан теллурический профиль III/79. По профилю указаны также величины Δg и A^{-1} . Горизонт высокого сопротивления по магнитотеллурическому разрезу представлен, по всей вероятности, основанием неогенового бассейна. По разностям между аномалиями Буге и изоареал, можно судить об изменениях состава основания.

Из *результатов поиска карстовых и термальных вод* здесь приводится временной разрез МОВ, построенный с миграцией (рис. 26). По южному концу профиля в двух скважинах получена горячая вода из меловых карбонатов. Основной задачей сейсморазведочных работ МОВ было здесь определение района развития меловых отложений в горизонтальном направлении и выделение зон сбросов. Задача была успешно решена и скважина (Sze-3), пробуренная по данным этого профиля, обнаружила сброс и дает 560 л/мин. воды температурой 60°.

Исследование конуса отложений реки Марош (Юговосточная Венгрия)

продолжалось второй год. Район работ, прилегающей к району работ предыдущего года, характеризуется подобными геологическими условиями: здесь выделяются три комплекса, характеризующихся различными геоэлектрическими параметрами. Приповерхностный комплекс среднего сопротивления, состоит из нескольких пластов. Участки с благоприятными для добычи воды условиями выделяются по аномалиям высокого сопротивления этого комплекса (>28 ом), (рис. 27). Результаты метода ВП представляют собой исключительно большой интерес для заложения скважин. По карте кажущейся поляризации (рис. 28) отмечаются значительные различия в рассматриваемом районе. Опытные работы, проведенные в скважинах, показывают, что кроме гранулиметрического состава, на аномалии ВП сильно влияет и степень стратификации комплекса (рис. 29). По комплексной интерпретации данных, полученных методом сопротивлений и ВП с учетом буровых данных, определены критерии для заложения продуктивных водоносных скважин, а именно, высокое (>28 ом) сопротивление и более низкие чем средние величины поляризуемости ($\eta = 1,6-2,8\%$).

Экспериментальные работы, проведенные методом искусственного частотного зондирования показали эффективность этого метода для прослеживания пластов и линз высокого сопротивления. Сейсморазведка методом отраженных волн позволила получить информацию о горизонтах, залегающих на более значительных ($h > 200$ м) глубинах.

Для изучения строения гор Мечек, в 1979 г. был проведен лишь незначительный объем сейсморазведочных работ. Временной разрез, полученный по профилю Ог-7/78 по методу отраженных волн, был представлен в Годовом отчете за предыдущий год (рис. 39). В данном отчете приводится мигрированный временной разрез на рис. 30. Из рисунка видно, что миграция помогла выяснить сложное строение мелких структурных элементов, нарушенное сбросами и надвигами. В пределах угленосной толщи (J_{th-s1}) выделяются даже складки.

В районе Бойского бассейна основной задачей сейсморазведки МОБ было прослеживание области развития кластических отложений. На рис. 31 представлен отрезок разреза по профилю Во-1. Данный профиль пересекает профиль МВ-1, представленный на рис. 22. Скважина Ре-1, пройдя триассовые (анизийские) и ниже-триассовые (?) пермские (?) отложения, вскрыла кварцевые порфиры. Анизийские карбонаты оказываются хорошими отражающими горизонтами, но в то же время они возбуждают интенсивные кратные волны. В связи с этим трудно распознавать поверхность порфирового тела. Восточнее пикета 150° над погружающимся основанием появляются более молодые отложения. Это показывает, что в этой части Бойского бассейна нельзя ожидать наличие палеозойских кластических отложений на мелких глубинах.

2 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ

Из результатов, достигнутых в 1979 г. в области обработки методов и аппаратуры для сейсморазведки и вычислительной техники отметить следующее:

1. Вибросейсмические работы, проведенные в „немой зоне“ района Хортобадь;
2. Испытание экспедиционной системы ЕС-1010 и внедрение ее в СССР; расширение ее программного обеспечения и работы, проведенные для экспрессного анализа полевых данных;
3. Усовершенствование аппаратуры ВИБРОСЕЙС;
4. Определение распределения скоростей распространения упругих колебаний по профилю ГСЗ земной коры и верхней мантии, протягивающемуся между населенными пунктами Хоссупай и Бихаркерестеш;
5. Установка ЭВМ типа ЕС-1035 в ЭЛГИ.

1. В Хортобадском районе работ уже давно известно наличие так назыв. „немой зоны“. Она связана с специфическими условиями строения приземных слоев, вследствие которых основная часть энергии возбуждения упругих колебаний возбуждает помехи. Таким образом в этом районе поверхностные помехи имеют исключительно большую интенсивность, в то время, как сейсмические сигналы с больших глубин поступают с весьма низкой интенсивностью.

В 1977–1978 гг. были сделаны попытки преодолеть эти затруднения путем использования вибросейсмического метода. Хотя в бортовых участках немой зоны получены определенные положительные результаты, все-же по профилю А-14, пересекающему немую зону, участок протяженностью несколько километров с неинтерпретируемыми данными наблюдений, указал на наличие центральной части этой зоны.

Наиболее простым решением этого вопроса казался „выход из зоны помех“, однако при этом, поскольку удаляясь от пункта взрыва энергия отражений спльно уменьшается, возможности здесь сильно ограничены. Так, если мы, по экономическим причинам, хотели использовать длины установки, обычно используемые для изучения глубокого строения, то

значительная часть установки приходилась либо в зону поверхностных помех, либо в зону неупорядоченных помех, появляющихся в связи с слабой интенсивностью отражений.

Для исключения слишком большого сокращения установки, нами использовалась система наблюдений с группировкой приемников и вибраторов поперечно профилю (см. годовой отчет за 1978 г.), с боковым „оффсетом“ 1000 м. Тем самым было достигнуто, чтобы вся установка приходилась на узкую зону, не нарушенную помехами, без сокращения длины установки. Эта система наблюдений привела к значительному повышению качества данных наблюдений. Профиль, проведенный в процессе повторных наблюдений с кратностью перекрытий, в два раза меньшей по сравнению с предыдущими наблюдениями ($12 \times 100\%$) позволяет коррелировать сейсмические горизонты между участками южнее немой зоны с приподнятым основанием и севернее этой зоны с глубоким положением основания. Благодаря этому можно выделить место погружения, а также структурные зависимости между этими участками.

Для иллюстрации эффективности новой методики наблюдений, приводится сопоставление данных, полученных по определенному участку профиля А-14 при стандартной и новой технике, соответственно (рис. 32).

2. В рамках сотрудничества между Государственным комитетом развития техники ВНР и Государственного Комитета СССР по науке и технике в области вычислительной техники, дополнительным важным событием было эффективное испытание наземного экспедиционного центра, проведенное в Сибири. Описание этого центра было дано в Отчете за предыдущий год.

В 1979 г. программное обеспечение ЭВМ ЕС-1010 было дополнено программами цветного плоттера, работающего в автономном режиме. На рис. 33 представлен отрезок разреза, миграция которого была проведена на ЭВМ ЕС-1010 комбинированной динамической записью и записью переменной амплитуды. Запись по способу переменной амплитуды позволяет анализировать форму сигналов, явления интерференции и т. п., после цифровой регулировки амплитуд, в то время, как раскраска характерна для амплитуд до регулировки.

Цветной плоттер применяется также для экспрессного определения параметров полевых опытных работ. По материалу, предоставленному на рис. 34 и полученному по общему нормированию, можно провести отсчет амплитуд прямо в децибеллах, оценить отношение сигнал/шум и изучать влияние некоторых параметров (величины заряда, глубины погружения заряда). На обоих снимках по левой стороне рисунка, показаны перезаписи для 96 каналов. В данном случае сейсмоприемники были расположены на 10–960 м от пункта взрыва. В записях по правой стороне рисунка пред-

ставлены лишь записи 48 центральных каналов. Шаг сейсмоприемников был равным 10 м. Для каждого канала использовался один прибор.

Как видно из рисунка, в рассматриваемом районе работ амплитуды отражений значительно не изменялись при глубинах взрыва, больших 10 м, но существенно уменьшились по интенсивности при более мелких глубинах заложения заряда. Амплитуды волн-помех уменьшались с увеличением глубины взрыва.

3. В 1979 г. продолжались работы по усовершенствованию вибросейсмической аппаратуры, управляемой устройством CFS-1. Для повышения производительности полевых работ, аппаратура сбора данных была укомплектована с таким расчетом, чтобы она имела 48 каналов. Второе направление усовершенствования было повышение качества полевого представления данных.

Эффективность сейморазведочных работ в решающей мере определяется качеством полевых сейсмических записей. Мониторные записи с стандартной регулировкой амплитуд не позволяют оценивать качество. Но сейсмограммы, полученные с динамической записью, которые могут быть перезаписаны при помощи цветного плоттера одновременно с наблюдениями, дают объективную возможность оценки энергетических условий отдельных записей и сопоставления следующих друг за другом сейсмограмм. В связи с этим в аппаратуру был встроен цветной плоттер типа „Короллпресс-4“ и были разработаны соответствующие программы для представления сейсмозаписей одновременно с полевыми наблюдениями.

Программа, управляющая плоттером, позволяет перезаписывать сейсмическую информацию в процессе измерений или впоследствии с магнитных лент. Параметры программы можно задавать на оконечном устройстве. Режимы работы дают возможность выдачи сейсмограммы или представления одноканального разреза с статическими поправками или без них (общий „оффсет“). Максимум шкалы раскраски – „красный предел“ – и шаг шкалы (в децибеллах) могут быть заданы по параметрам.

4. Из результатов, достигнутых в области сейсмического исследования земной коры и верхней мантии, здесь будут рассматриваться определения скоростей, полученных в 1978 г. и обработанных в 1979 г. Полевые наблюдения были проведены по профилю KESz-1 Бихаркерестеш–Хоссупай, описанному в Отчете за 1978 г. в системе „ДИКС“ (отрезок профиля между пикетами – 8,1 км и + 32,3 км). По каналам использовались 3 сейсмоприемника собственной частотой 5 гц. Длина групп была 40 м. Расстояние между центрами групп составляло 200 м. Для каждого взрыва применялось 600 кг взрывчатки, заложенной в 12 скважинах глубиной 30 м каждая. Записи получались 24-канальной цифровой аппаратурой типа SD 10/21.

Обработка проводилась на 16 записях. При вводе статических поправок учитывалась толща третичных отложений и – подобно методике обработки данных, применявшейся в районе Карцаг, горизонт приведения был выбран на глубине 2000 м под уровнем моря, как будто бы основание бассейна протягивалось здесь. Отклонения между глубиной горизонта приведения и эффективной глубиной основания были учтены путем ввода статических поправок. Скорости определялись суммированием с постоянной скоростью, комбинируя последнее двумерной фильтрацией. Полученные результаты были представлены с фильтрацией, изменяющейся по двум различным временам. Характеристики фильтрации соответствовали характеристикам, представленным на рис. 44 Годового отчета за 1978 г. В процессе обработки регулировка амплитуд не проводилась, благодаря чему энергетическая картина, полученная по первоначальным амплитудам, могла быть учтена при представлении результатов цветным плоттером. Полученная скоростная характеристика представлена на рис. 35. Для сопоставления здесь же тонкой линией показана скоростная характеристика для района Карцаг. Интервальные скорости, изображенные на рис. 35, были вычислены при предположении, что величины, определенные вышеуказанным способом, могут рассматриваться как среднеквадратические скорости.

Указанные две кривые средних скоростей отклоняются друг от друга по существу только по верхнему 15 км-овому отрезку. Это объясняется тем, что при обработке данных, полученных в районе Карцаг, не имелась возможность определения отражений со временем вступления менее 5 сек.

Для интервальных скоростей, разумеется, выделено уже больше отклонений. Эти отклонения оказываются более значительными там, где вследствие малого интервала погрешность определения может быть значительной, так напр. вблизи поверхности Мохоровичича (25,5 км). В этом случае скорости определялись и для больших интервалов и они представлены сплошной линией, в то время, как скорости, вычисленные по более мелким интервалам изображены пунктиром. Вычисленные величины приведены в таблице 1. В диапазоне от 9,3 до 14 км интервальные скорости, определенные по профилю Бихаркерестеш–Хоссупай, отличаются определенной инверсией. По лабораторным анализам, проведенным на гранитах, К. Филиц предполагает на этой глубине вероятное наличие инверсии в скорости распространения продольных волн. (Fielitz 1976. *Explosion Seismology in Central Europe*, Springer Verlag, Berlin.)

Скорость, вычисленная по малому интервалу над поверхностью Мохоровичича, имеет повышенное значение по сравнению с пластом, залегающим выше. Подчеркивая возможность допущения погрешности определе-

ния, следует заметить, что на изменение характера данного участка профиля было обращено внимание уже в Годовом отчете за 1978 г.

5. Для смены устарелой ЭВМ Минск-32, в 1979 получена основная конфигурация новой геолого-геофизической вычислительной системы на базе ЕС-1035. Машина установлена в новом зале и 14-го октября она была передана потребителям для опытной эксплуатации. Новая ЭВМ является членом II-ой серии ЭВМ единой системы; она совместима с системой IBM 370/145 и таким образом осуществляет виртуальное обращение с запоминающим устройством. Кроме того она имеет эмулятор, позволяющий использовать программы, разработанные для ЭВМ Минск-32. Начаты работы по укомплектованию приобретенной основной конфигурации (рис. 36) для превращения ее в специализированную геофизическую ЭВМ. Это потребует подключения к ЭВМ некоторых специальных устройств, применяемых в геофизике, а также разработки специальных элементов матобеспечения.

Аппаратура типа GP-4 высокой разрешающей способности для исследования больших глубин методом ВП

В результате обработки и интерпретации данных о кажущихся аномалиях (P_1), получаемых стандартными видами аппаратуры метода ВП получается весьма незначительный объем информации о вещественном составе, количестве, текстурных и прочих особенностях возмущающих тел, вызывающих аномалии. В 1976 г. Геофизическим институтом были начаты аппаратурно-методические исследования, совместно финансируемые Государственным комитетом технического развития, Центральным геологическим управлением и Геофизическим институтом им. Этвеша. Эти исследования были направлены на:

- разработку аппаратуры, позволяющей измерять первичные (U_p) и вторичные (U_s) электрические поля в широких диапазонах времени и частот, с высокой точностью, при большой разрешающей способности и глубинности,
- разработку машинного метода обработки и интерпретации данных, позволяющего количественно определить электрические поля и так назыв. динамические параметры,
- систематическое применение аппаратуры и метода в полевых и лабораторных условиях,
- проведение анализа получаемых результатов, определение дополнительной геолого-геофизической информации, при помощи которой можно осуществить количественную классификацию аномалий ВП или увеличить эффективность исследования других видов полезных ископаемых.

Работа измерительной системы типа GP-4, созданной в результате указанных работ, иллюстрируется блок-схемой (рис. 37). К четырем парам заземленных электродов (MN) подключается усилитель (A_1) высокого импеданса. Естественный потенциал компенсируется двухкаскадным ручным компенсатором (MPS). Фильтры правого среза, разработанные для исключения промышленных и высокочастотных шумов, расположены в блоке НР. Прямоточная часть первичного поля, зависящая от сопротивления горных пород, компенсируется при помощи преобразователя ана-

лог/код, обозначенный $D/A - U_p$. Для компенсации остаточных потенциалов на кривой затухания, служит преобразователь $D/A - U_s$. Предусиление усилителя A_3 автоматически задается прибором[®] по четырем выборкам, взятым по вторичной кривой. Усиление может изменяться в 10 двоичных каскадах с таким расчетом, чтобы чувствительность изменялась в пределах от 2 в/заряд и 1024 мкв/заряд. К концу аналоговой системы можно подключить стандартный аналоговый регистратор (AR). Непрерывно входящие аналоговые сигналы поступают через 12-разрядной преобразователь аналог/код на фотооптический соединитель (FC), затем на переходный накопитель (H) или на дисплей, расположенный на лицевой панели аппаратуры (DISP), а затем на кассетное магнитное устройство (MTR) или на перфоратор перфолент (P). Схема AP определяет среднюю цифровую интегральную величину по последней малой выборке первичного и вторичного сигналов, которая хранится в преобразователях аналог/код $D/A - U_p$ и $D/A - U_s$. Определение временного ряда выборок и интегральных времен, а также включение и выключение питающего генератора (G) осуществляются блоком CL. Потоком данных между приемниками выборок и накопителями (SN), между переходным запоминающим устройством и цифровыми регистраторами, управляет программный счетчик РС.

Питающий генератор управляется в четырех различных режимах работы с изменением времени возбуждения (T_k) и времени измерения (t_k):

- импульсы прямого тока с одинаковыми и переменными знаками с изменяющейся шириной импульсов ($T_k/t_k = 1$);
- переменный ток с изменяющимся временем периода;
- импульсы прямого тока с переменным фактором $T_k/t_k = 2, 4, 8$.

Измерительный прибор имеет четыре различных режима работ:

- точечная выборка или измерение средней интегральной величины с переменным временем интегрирования;
- при измерениях в диапазоне времени, развертка с логарифмически равными шагами, при измерениях в диапазоне частот с линейно равными шагами, причем количество и временной шаг разверток могут изменяться.

Для записи данных наблюдений и представления их в процессе измерений, имеются четыре различные возможности:

- в процессе измерений некоторые данные наблюдений могут быть отсчитаны с индикатора, размещенного на лицевой панели аппаратуры;
- аналоговые первичные и вторичные сигналы записываются фотооптическим регистратором;

- сигналы, преобразованные в цифровой код, записываются в коде ГОСТ или ASC II на касетную магнитную ленту или перфоратором перфолент.

Обработка рядов данных наблюдений, полученных по возбужденным импульсам переменного знака, осуществляется в двух этапах:

- Увеличение отношения сигнал/шум двойной цифровой фильтрацией. Из рис. 38 видно, что кривые первичных и вторичных сигналов совершенно аналогичны ($U_S^A - U_P^A$) после фильтрации, несмотря на то, что в генераторе импульсов не предусмотрен стабилизатор тока.

При восстановлении первоначальной формы сигнала, за влияние собственного процесса фильтра прибора, вычислительной машиной вводятся поправки. На рис. 38 по графикам U_P^A и U_S^A в интервале $t = 10-100$, пунктиром представлен сигнал до ввода поправок, а сплошной линией – сигнал после ввода поправок. По исправленным графикам вычисляются динамические параметры: амплитуды (w_i) и постоянные времени (τ_i) экспоненциальных составляющих, затем определяется относительный спектр [$w_i/w_m = f(\tau_i/\tau_m)$, где w_m и τ_m – амплитуда и постоянная времени наиболее быстрого компонента, соответственно.]

На рис. 39 представлены спектры относительных амплитуд, определенных для четырех образцов горных пород при коротком и длинном времени возбуждения. В образце Р-18/103 была магнетитовая жила шириной 8–10 мм с крутым углом наклона, в образце Р-18/1184 – круто наклонные пиритовые жилы и включения пирита большого диаметра. В образцах Р-18/174 и Р-18/664, представленных свежими андезитами и андезитовыми брекчиями, имелись тончайшие калькопиритовые жилы и мелкозернистые вскрапленные пириты. При обоих временах возбуждения текстура жильного оруденения отмечается увеличением, а вскрапленная текстура – уменьшающимся спектром. Спектр относительных амплитуд массового выделения сульфида (Р-18/1184) не достигает своего максимума даже при очень длинном времени возбуждения. На нижней диаграмме показана анизотропия явления ВП в образце Р-18/256 при возбуждении в двух направлениях. При возбуждении в направлении, перпендикулярном плоскости жилы, для больших амплитуд получают более низкие постоянные времени.

На рис. 40 из результатов полевых измерений приводятся спектры относительных амплитуд трех различных типов. Диаграммы В-19/100, В-43/140 и В-51/85 представляют собой спектры, характерные для оруденения жильного типа. На диаграммах В-37/136 и В-39/34 спектры с убывающей тенденцией в своей начальной части, указывают на вскрапленную и тонкую жильную смешанную текстуру. Поскольку ни по одному из графиков не намечается максимум амплитуды, измерения должны про-

водиться при времени возбуждения $T > 300$ сек. Диаграмма R-6/2 представляет собой спектр относительных амплитуд кривой затухания, полученной над графитовыми глинистыми сланцами, который имеет почти одинаковую величину в функции времени ($w_i/w_m \approx 1$).

По опыту, накопленному в процессе разработки методов и аппаратуры, можно сделать следующие выводы:

- по тенденции изменения спектра относительных амплитуд динамических параметров, подсчитанных по коротким временам возбуждения, можно судить о вскрапленном, сеточном или жильном типе оруденения;
- можно различать аномалии, вызванные отложениями, содержащими органический уголь и отложениями с сульфидной рудой;
- полный спектр вторичных электрических полей, позволяющий проводить дополнительную классификацию аномалий, можно определить только в том случае, если время возбуждения во много раз больше постоянной времени самой высокой по значению составляющей;
- все осадочные, метаморфические и вулканические породы характеризуются различными физическими параметрами ВП, что позволяет использовать данный метод также в области разведки на воду, углеводороды или угли;
- при машинной обработке данных наблюдений можно в значительной мере увеличить отношение сигнал/шум и тем самым – глубинность метода ВП.

Автоматизированная обработка данных

Для настольной вычислительной машины типа HP 9845 S, приобретенной в середине 1979 г., разработана система управления разведкой.

Эта система дает самую свежую информацию прежде всего для управления программой комплексной геофизической разведкой определенного района. Она пригодна для совместного хранения, использования, изменения существующего для данного района геологических и уже интерпретированных геофизических данных и для их хорошо обозримого графического представления. Таким образом можно непрерывно проследивать изменение тектонической картины, получающееся в результате каждой дополнительно пробуренной скважины или новых измерений, следовательно, она позволяет эластично, без задержки изменять планы разведочных работ и геологическую интерпретацию района.

Система программ, схематическое построение которой представлена на рис. 41, состоит из 4 главных частей.

- а) Система программ опирается на систему управления данными, позволяющую эластично управлять данными о скважинах, геофизических графиках, обнажениях основания на поверхности, а также о точечных геофизических наблюдениях. Предусмотрена возможность хранения также топографических данных, снятых с планшетов карт путем квантования.
- б) Вторая главная часть системы представлена комплексом программ для ввода и исправления данных. Ввод определенной части данных осуществляется при помощи клавиша, а второй части данных – поскольку они имеются в графическом виде – при помощи плоттера, подключенного к машине.
- в) Третья часть состоит из программ для сбора данных и для интерполяции по правильной сети.
- г) В четвертую основную часть системы входят программы для графического представления данных. В настоящее время имеется возможность представлять данные по трем различным видам графического представления:
 - представление буровых данных в виде формуляра (рис. 42);
 - аксинометрическая карта (см. рис. 59 в Годовом отчете за 1978 г.);
 - карта изолиний (рис. 43).

Имеется возможность „под“ картой изолиний составить план, содержащий:

- данные планшета (контуры городов, дороги, реки);
- контуры обнажений;
- место, идентификатор и продуктивность скважин, пробуренных в данном районе;
- линии геофизических профилей и сбросы, выявленные по этим профилям;
- данные точечных геофизических наблюдений.

Результаты методического усовершенствования многочастотного картирования, проведенного аппаратурой типа SE-77

Картирование по методу ТУРАМ используется, благодаря своим преимуществам, по всему миру, однако, почти исключительно только в области разведки приповерхностных массивов руд. По сравнению с этим, в использовании этого метода в разведке на бокситы в условиях Венгрии, имеются три значительных различия:

- полезные аномалии представлены здесь не снижением удельного сопротивления, а повышением проводимости за счет увеличения мощ-

ности покровных отложений, происходящего при углублении основания;

- в связи с этим здесь следует рассчитывать на значительно меньшие аномалии, чем в стандартных разведочных задачах электромагнитного картирования (рудная разведка);
- в связи с весьма большой площадью пространственного развития хорошо проводящих покровных отложений, в рассматриваемом случае нельзя пользоваться моделью свободного воздуха.

Поэтому при разработке метода проводились следующие теоретические исследования.

- а) При наличии хорошо проводящего покровного пласта, абсолютная величина и фаза магнитной составляющей поля в значительной мере отклоняются от нормального хода, наблюдаемого в свободной атмосфере, поэтому был разработан соответствующий алгоритм для теоретического подсчета магнитного поля, возбуждаемого на поверхности проводящего полупространства прямоугольной петлей конечных размеров;
- б) Разработан метод определения параметров нормирующей модели;
- в) В районах детально изученных скважинами бокситовых месторождений Югославии и Венгрии были проведены опытные полевые работы для выяснения геофизической природы аномалий ТУРАМ.

Результаты первых опытных работ подтвердили возможность использования метода ТУРАМ в области бокситной геологии, о чем было дано подробное описание в Годовом отчете за 1978 г. (рис. 56).

Съемка, проведенная на нескольких частотах, позволила различить неоднородности покровной толщи от аномалий, связанных с рельефом фундамента. Геофизическая интерпретация многочастотного электромагнитного картирования иллюстрируется для следующей модели: толща глинистых отложений мощности ок. 150 м с удельным сопротивлением 20 омм, подстилается бокситным телом, удельное сопротивление которого равно прибл. 100 омм. Бокситовое тело располагается в прогибе доломитного основания высокого сопротивления, глубиной ок. 50 м. Кровля боксита оказывается довольно неоднородной в связи с наличием в нем пропластков олигоценых песчаников. На рис. 44 представлена карта аномалий $\Delta\varphi$, полученная с использованием аппаратуры типа SE-77 на частотах 315, 105 и 35 гц. Самая значительная глубина исследований характерна для частоты 35 гц, при которой поверхностные неоднородности вызывают лишь пренебрегаемые аномалии по сравнению с изменениями глубины залегания основания. По аномалиям, полученным на частоте 315 гц, выделяется участок А, по аномалиям на частоте 105 гц – участок В и по аномалиям на частоте 35 гц – участок С, как прогибы,

перспективные для боксита. Предположение о том, что фактическая структура не может быть значительно больше структуры С, подтверждается пробуренными в окрестности непродуктивными скважинами. Аномалии, отклоняющиеся от аномальной картины, полученной на частоте 35 гц, вызваны, очевидно, неоднородностями покровной толщи. Следовательно, с использованием многочастотного электромагнитного картирования, можно найти частоту, при которой прогиб основания, перспективный для боксита, вызывает на поверхности характерную аномалию.

В процессе опытных работ было обнаружено, что чисто индуктивное возбуждение приводит к важным методическим преимуществам. В качестве примера можно привести работы, проведенные в Югославии. Здесь задачей было также картирование рельефа основания высокого сопротивления. Основание представлено эоценовыми известняками, глубина его залегания равна 50–100 м; покровная толща состоит из так называемой Проминской толщи эоценового-олигоценового возраста, являющейся исключительно неоднородной, ее удельное сопротивление изменяется в пределах от 90 до 400 ом в районе работ. Карта изогипс основания, построенная по данным бурения, представлена на рис. 45А. Здесь указаны скважины, а также контуры развития бокситовых тел мощностью выше 5 м (красный пунктир). Прогибы основания заполнены бокситом, удельным сопротивлением ок. 250–400 ом. На рис. 45 В показаны результаты наблюдений, проведенных аппаратурой типа SE-77. Видно, что карта аномалий, построенная по данным наблюдения, хорошо коррелируется с морфологией основания. Четыре из пяти скважин, заданных по аномальной картине, находится на бокситовом теле.

Математическое моделирование

В математическом моделировании сложных не горизонтально-слоистых структур, основную роль играют численные методы (см. Годовой отчет за 1978 г.) но кроме этого аналитические методы также имеют определенное значение. Преимущество последних заключается в том, что они дают весьма легко и быстро вычисляемые результаты.

Вслед за двумерной моделью сбросов, описанной в годовом отчете за 1976 г., за отчетный год разработано решение для дополнительной двумерной модели, при которой из основания бесконечного сопротивления выступает тело полукруглого сечения (рис. 46а, б и в). Возбуждение осуществляется прямоточным двумерным точечным источником, т. е. линейным источником, перпендикулярным сечению. Место источника и наблюдений, а также радиус выступа могут изменяться. Определение поля осуществляется методом конформного отображения комплексных функций.

Не останавливаясь на процедуре вывода, здесь приводится окончательный результат вычислений:

$$E^{\text{аномальн.}}(z) = E^{\text{двухслойн.}}(w) \left(1 - \frac{1}{z^2}\right),$$

где

$$w = g(z) = z + \frac{1}{z}$$

и

$$E^{\text{двухслойн.}}(w) = \frac{I_0}{2h} \frac{\operatorname{sh} \left(\frac{\pi}{h} (w - \operatorname{Re} w_0) \right)}{\operatorname{ch} \left[\frac{\pi}{h} (w - \operatorname{Re} w_0) - \cos \left(i m \frac{\pi}{h} w_0 \right) \right]}$$

w_0 – положение источника,

h – глубина границы раздела по сравнению с радиусом аномального круга.

На рис. 46а показано отношение аномалии к безаномальному полю, для тел различных размеров и для бесконечно удаленного источника. На рис. 46б показаны графики таких же отношений при различных положениях источника. Если источник располагается на расстоянии от начала координат, меньшем по сравнению с глубиной, картина аномалий размывается. На рис. 46с аномальное поле погруженного источника изображено сплошной линией, а безаномальное поле – пунктиром (в данном случае применявшееся ранее нормирование не привело к четко интерпретируемым результатам). При погруженном источнике – хотя картина аномалии в процентном выражении больше чем при наземном источнике, интерпретация оказывается более затруднительной, в связи с чем здесь особое значение имеет применение теоретических результатов на практике.

Геофизические исследования для археологических целей в районе Шюмег (Модьорош-домб)

В процессе геологического картирования в 1960 г. здесь были обнаружены следы, указывающие на первобытный кремневый карьер. Человек первобытных времен разрабатывал здесь кремневые пропластки, встречающиеся в бианконовых известняках, перекрытых в настоящее время отложениями мощностью 0,5–1,5 м, для изготовления инструментов. В конце шестидесятих годов Венгерский геологический институт, при помощи разведочных канав, в нескольких местах в коренных известняках вскрыл выемки, заполненные песчаными обломками известняков и кремня, в ко-

торых были обнаружены роговые приспособления и боевые камни из кварцевой гальки. Предполагается, что эти выемки образовали сплошную систему проходов. В 1976 г. Геологическим институтом были выкопаны сплошные коридоры севернее района, изображенного на рис. 47.

Перед Геофизическим институтом была поставлена задача выбрать из используемых в настоящее время геофизических методов наиболее пригодный для выделения этих проходов метод и с его использованием выявить систему более глубоких проходов.

По профилям, пересекающим известные проходы, проводились работы по методу симметричного и комбинированного электрического профилирования, магнитометрии (ΔT) и гравиметрии, а также по методу сверхдлинноволнового радиокипа. Эффективным оказался метод симметричного электрического профилирования, поскольку вещество, заполняющее ямы, имеет удельное сопротивление, на 30–50% меньше по сравнению с коренными известняками.

Симметричное электрическое профилирование, проведенное при разnose питающих электродов $AB=10,5$ м и $AB=5,5$ м, позволило выявить погребенные проходы и их систему. По графикам сопротивлений они коррелируются вдоль нескольких профилей. Характерные минимумы ρ_k отображают проходы (рис. 47b), а карта нормированных кажущихся удельных сопротивлений (рис. 47a) – систему проходов. По их сопоставлению с теоретическими кривыми, а также по величинам аномалий, можно судить также о глубине проходов. Минимумы ρ_k хорошо согласуются с более глубокими частями участков горных работ, обнаруженных в процессе шурфования. Комплексное использование методов электрического сопротивления и шурфования, может оказаться эффективным для вскрытия более глубоких проходов в пока не изученных частях района.

В области *разработки аппаратуры и методики радиоактивного каротажа*, в качестве одной из фаз разработки углеразведочного зонда, изготовлен опытный образец *кавернометра*, приводимого двигателем, с многократно раскрывающимся-запирающимся устройством (рис. 48а, б). Три измерительных рычага приводится электродвигателем. Электродвигатель вращает стержень, который сжимает пружину. Эта пружина прижимает рычаги к стенке скважины через зубчатую рейку.

По своей электронной схеме рассматриваемый *каверномер* входит в серию зондов РК. Информация, пропорциональная диаметру скважины, передается прибором в виде числа импульсов. Зонд подключается к наземной аппаратуре РК (рис. 48б).

Основные технические параметры

Диаметр	36 мм
Устойчивость против давления	35 МПа
Максимальный измеряемый диаметр скважины	800 мм
Напряжение питания	30 В
Потребляемый ток	до 100 мА.

Для современного проектирования *измерительной системы ГГК*, представляющей собой часть зонда, разработан математический метод. В его основе лежит зависимость заданной или достигаемой средней погрешности от параметров зонда, определяемая и характеризующаяся статистической флуктуацией (однократный разброс). Основная зависимость была определена исходя из основного уравнения двудетекторных измерительных систем, с учетом известной закономерности распространения случайных ошибок. Выведенное и преобразованное основное соотношение имеет следующий вид:

$$\pm \Delta q = \frac{1}{M\sqrt{2\tau}} \sqrt{\frac{1}{N_r} + \frac{1}{N_{rv}} + \frac{1}{N_h} + \frac{1}{N_{lv}}} \quad (1)$$

где

- N_r и N_h — количества импульсов, измеренные коротким и длинным зондами, соответственно,
 N_{rv} и N_{hv} — количества импульсов, измеренные коротким и длинным зондами в воде или в среде, использованной для нормирования
 τ — постоянная времени,
 M — крутизна основного уравнения,
 $\Delta\varrho$ — величина однократного разброса выраженная в плотности.

Вышезаписанное соотношение может быть преобразовано и упрощено путем ввода разрешающей способности, характерной для короткого и длинного зондов (K_{gr} и K_{gh}) и уравнения принудительного условия $N_r = nN_h$. Параметр „ n “ определяет отношение количеств импульсов, измеряемых коротким и длинным зондами в среде, имеющей наибольший удельный вес. После преобразования основное соотношение будет иметь вид:

$$\Delta\varrho = \frac{1}{M\sqrt{2\tau}} \sqrt{\frac{2 - K_{gr} + n/2 - K_{gh}}{nN_h}} \quad (2)$$

Семейство теоретических кривых, вычисленных по соотношению (2) для зонда для измерения плотности, показано на рис. 49. Параметром кривых является разрешающая способность длинного зонда:

$$K_{gh} = \frac{N_{hv} - N_h}{N_{hv}}$$

Между величинами разрешающей способности K_{gr} и K_{gh} с одной стороны, и расстояниями a_r и a_h измерительного зонда, с другой, намечается тесная связь. Зная величины разрешающей способности, можно задать длины зондов. С учетом точности плотности, относящейся к верхнему пределу диапазона измерения плотности, для данных длин зондов можно проектировать соответствующий источник излучения.

В результате продолжения работы, проведенной в прошлом году в области разработки рентгенорадиометрической аппаратуры, изготовлен опытный образец переносного горного прибора малого диаметра. Наземная аппаратура (типа KRF-2-12 XRF) имеет два канала и схему для стабилизации спектра. В двух каналах требуемые энергетические окна могут быть заданы независимо друг от друга. Импульсы, приходящие в указанные каналы, поступают в регулируемый дифференциальный счетчик. Переключением пары фильтров, размещенных в зонд диаметра 36 мм, автоматически управляет наземная аппаратура.

В горных разведочных скважинах района Речк в опытным порядке проводились рентгенорадиометрические исследования. Для этой цели исполь-

зовались зонд диаметром 36 мм и источник излучения $Pu\ 1,1 \times 10^9$ Бкв (30 мкюри) в сухих, горизонтальных скважинах, с шагом 10 см. В одном и том же интервале проведено четыре повторных серии измерений, а позднее измерение было повторено. Результаты показаны на рис. 50а и б. Средние величины кривых, полученных в процессе измерений, проведенных в различные времена, изображены жирной линией. Данные наблюдений были сопоставлены с результатами химического анализа, проведенного на кернах для интервалов 1 м. Для этой цели были вычислены средние величины средних кривых, относящиеся к этим же интервалам и на горизонтальных линиях, представляющих собой эту среднюю величину, записаны результаты химического анализа в единицах процента меди. На данном этапе разработки аппаратуры совпадение результатов с данными химического анализа может считаться удовлетворительным, однако, для точного определения характеристики прибора необходимо сгущать интервалы анализа.

По линии *разработки современных устройств и методов электрического каротажа*, изготовлена *аппаратура для измерения сопротивления с фокусированным полем тока*, подключаемая к каротажной аппаратуре для исследования мелких (до 1500 м) глубин и работающая на четырехжильном кабеле. Аппаратура состоит из трех основных блоков: из наземной части, скважинной электроники и кабельного зонда. Диаметр зонда, построенного на самых современных электронных элементах, составляет 60 мм, наземная часть подключается к каротажной станции разработки ЭЛГИ. С использованием 4-жильного прибора с 7 электродами, в течение отчетного года проводились успешные каротажные работы. На рис. 51 показаны кривые, полученные в скважине Мань-140. Из рисунка хорошо видно значительное увеличение разрешающей способности кривой бокового каротажа, а также динамического диапазона ЭК по сравнению с кривой, полученной потенциальным зондом $AM=0,1$ м.

В 1979 г., в результате исследований за несколько лет, завершена разработка *индукционной измерительной системы малого диаметра*. Зонд типа 4F40 с наземным блоком, входящий в серию приборов К-500-К-1500, предназначен для измерения проводимости пластов с низкими величинами удельного сопротивления, в диапазоне величин от 30 мС/м до 2 С/м. Принцип индукции позволяет измерять проводимость также в сухих скважинах или скважинах, обсаженных пластмассовыми трубами (рис. 52). Измерительная система имеет 4 катушки, благодаря чему уменьшается эффект бурового раствора. Диаметр зонда равен 43 мм. Для интерпретации получаемых данных совместно с Московским Геологоразведочным Институтом были вычислены палетки.

Для расширения промыслового геофизического исследования были внедрены *измерения восприимчивости*, предназначенные для изучения маг-

нитных характеристик горных пород с использованием зонда типа ГМ-250 чехословацкого производства, подключаемого к каротажной аппаратуре венгерского производства. Опытные работы проводились прежде всего в районе развития вулканических пород гор Бэржэнь, а во-вторых – в районах разведки на угли и бокситы. Диапазон измерений составляет $\kappa = 10^{-4} - 10^{-1}$ SI, но прибор позволяет проводить измерение величин уже начиная с $\kappa = 10^{-5}$ SI. Для иллюстрации измерения проницаемости, в качестве примера здесь приводится часть разреза скважины №20 (рис. 53).

Для исследования скважин, пробуренных в рамках программы *разведки на руды в районе гор Бэржэнь*, применялись стандартные методы позволяющие проводить литологическое расчленение разрезов (методы ПС, удельного сопротивления, ГК, ГГК, ННК, кавернометрия), а также специальные методы для выделения рудоносных зон (контактный метод ПС, селективный ГГК, возбужденная поляризация). Стандартные кривые позволяют уточнить интерпретацию безкernовых интервалов, оконтуривать зоны с тектоническими нарушениями, а также разделить основные отложения (андезиты, агломераты, туфы) от их минерализованных вариантов.

Для выяснения условий оруденения в разрезах скважины использовались прежде всего данные селективного ГГК и ВП. Методом селективного ГГК можно достоверно выделять зоны вкрапленного оруденения. В процессе измерения возбужденной поляризации в качестве параметра измерений записываются данные, нормированные по кажущемуся удельному сопротивлению и характерные для возбуждаемости. Рудоносные зоны выделяются по обоим методам в хорошем согласии с геологическим разрезом (рис. 54).

Корреляция между скважинами не оказалась эффективной ни с точки зрения литологии, ни в отношении оруденения, в связи с существующими сложными условиями геологического строения и оруденения.

Были сделаны попытки использовать *метод возбужденной поляризации* также в *водоисследовательских скважинах*. При этом были получены весьма удовлетворительные результаты, несмотря на то, что уровень сигналов в этом случае весьма низкий по сравнению с уровнем, получаемым в рудоносных районах. По кривым ВП сравнительно хорошо возбуждаемые, не проницаемые глинистые пласты хорошо разделяются от перспективных на воду интервалов. Таким образом можно ожидать, что с использованием кривых ВП можно будет выделять наиболее подходящие интервалы даже в пределах водоносного пласта. Для иллюстрации вышесказанного приводится часть результатов, полученных в скважине Меддешбодзаш (рис. 55).

В области *автоматизации обработки данных* разработана система программ для *количественной интерпретации каротажных данных*, получае-

мых в *водапоисковых скважинах*. Система программ составлена на языке программирования HPL для настольной машины типа HP 9825A. Входные кривые, программы и результаты хранятся в магнитной кассете, входящей в комплекс машины.

Аппаратурная оснащённость машины HP 9825A позволяет вводить в машину каротажные данные по двум различным способам. При помощи устройства для считывания с перфолент можно вводить в машину кривые кодированные в коде Грей с первичных аналоговых кривых, а устройство с кассетой типа MEMODYNE обеспечивает ввод в машину материала наблюдений, записанного непосредственно на кассету. Устройство для ввода данных работает как периферийное устройство машины HP 9825A. Однако, оно имеет более общее решение: оно пригодно для подключения к любому интерфейсу стандарта IEC 1975. Из интерфейсных операций, выполняемых устройствами сопряжения HP-1B, оно выполняет следующие операции: TALKER, LISTENER, SERVICE, REQUEST, INTERFACE CLEAR.

Система программ является автоматической: после задания входных параметров отдельных программ через клавиша машины, со стороны потребителя не требуется дополнительное вмешательство.

Схема основных операций и представления результатов с использованием этой системы программ представлены на рис. 56. В настоящее время система программ находится в стадии испытания; по возникающим дополнительным пожеланиям она может быть расширена.

В области промышленного анализа образцов изготовлено устройство и разработана методика его использования *для управления процессами производства глинозема*.

На основе контракта, заключенного с Алмашфюзитевским заводом глинозема была решена задача ввода данных о концентрации, получаемых в процессе анализа бокситов, в ЭВМ, управляющую производственными процессами завода. Таким образом управление технологией может осуществляться в соответствии с классификацией бокситов.

На рис. 57 показана разработанная нами система управления процессами.

С транспортера бокситы поступают на устройство для автоматического взятия и приготовления проб, а оттуда – на анализатор проб типа МТА-1527-3000. Определяется содержание Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , TiO_2 и Fe_2O_3 в пробах и эти данные поступают через разработанные нами преобразователь код/аналог и цифровые системы, в помещение пульта управления завода, т. е. в ЭВМ типа ТРА, контролирующую технологию производства глинозема и управляющую ей. Результат классификации сырья получается в течение одного часа считая с поступления груза.

Анализ красного шлама, остающегося в последней фазе производства, осуществляется с использованием аппаратуры типа МТА-1527-3000/V разработанной на основе подобных методических принципов. Данный анализ, кроме составляющих Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , TiO_2 и Fe_2O_3 распространен также на определение Na_2O . Эти исследования предназначены для определения к. п. д. технологического процесса, а также для проверки правильности дозировки щелочи, по величине остаточного содержания Na_2O .

Система управления процессами производства оправдалась в процессе контрольных исследований, проведенных в течение нескольких месяцев. Подобная система анализа и управления процессами производства проектируется также для Мадьяроварского завода глинозема.

3 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ

В Тиханьской обсерватории проводилась непрерывная запись общей величины F геомагнитного поля и его составляющих D , H , Z .

Для изучения вариаций поля использовались следующие системы:

- а) система высокой чувствительности, построенная из приборов типа Боброва с аналоговой записью составляющих D , H и Z ;
- б) нормальная вариационная система, построенная на вариометрах Боброва, для получения аналоговых магнитограмм, соответствующих международным инструкциям для составляющих F , D , H и Z ;
- в) система бури, с использованием вариометров Боброва с сильно заниженной чувствительностью, с аналоговой записью, для составляющих D , H , Z ;
- г) система Ла Кур, сравнительно низкой чувствительностью, с аналоговой записью для составляющих D , H , Z ;
- д) система с перфолентой, цифровым выходом, сравнительно высокой чувствительности и разрашающей способности, с записью на перфоленту, для составляющих D , H и Z .

Системы, описанные в пунктах б) и г), представляя собой принадлежности друг друга, дают основные данные, необходимые для изучения изменяющегося магнитного поля. С их использованием были нами определены характерные параметры магнитного поля, которые используются начиная с воздушного транспорта, через поиски полезных ископаемых до картирования.

Аппаратурные системы, описанные под пунктами а), в) и д) предназначены прежде всего для изучения интересных геофизических событий, для интенсивных исследований, проводящихся в течение коротких периодов времени.

Периодическая калибровка вышеуказанных приборов осуществляется при помощи протонных магнитометров типа ELSEC и Geometrics (составляющие H , Z , F) и магнитометров QNM (составляющие H , D).

Для информации ниже приводится средняя за 1979 г. величина наиболее часто используемого магнитного параметра, склонения:

$$\bar{D}_{1979} = 1^{\circ} 4,5'$$

$$\text{Тихань } \varphi = 46^{\circ} 54,0' \text{ С}$$

$$\lambda = 17^{\circ} 53,6' \text{ В}$$

$$h = 187 \text{ м}$$

В отчетном году также проводились сравнительные измерения в обсерваториях соседних стран, которые предоставили возможность непрерывной проверки.

Начата повторная магнитная съемка территории Венгрии, прежде всего для определения нормального поля и для составления опорной магнитной карты. В процессе съемки прямым измерением определялись составляющие F , D , H . Для ввода поправок в результаты измерений использовались данные Тиханьской обсерватории. Измерения были начаты в Северной Венгрии и до конца года выполнено ок. 30% от всего объема работ.

В области исследования *ионосферы-магнитосферы* в отчетном году продолжались работы по непрерывной записи свистящих атмосфериков. Параллельно, в январе и феврале, во время прохождения ИСЗ ИНТЕРКОСМОС 18, проводились внеочередные наблюдения. Проведен статистический анализ материала и выполнены обязательства по международному обмену данными. По данным измерений были построены графики плотности электронов. Определены уравнения, описывающие модель плотности электронов для диапазона высот равного радиусу Земли: $L = 1,5 - 2,5$. Полученные результаты хорошо согласуются с данными других авторов, полученных для высоты $L = 2,5$, однако, в сторону меньших высот плотность электронов увеличивается быстрее, чем это предполагалось до сих пор. Исследования были распространены и на данные, происходящие из Робурента (Италия), причем полученные результаты подтверждают результаты, полученные для Венгрии.

Обнаружены дополнительные факторы, подтверждающие наш вывод о том, что для определенного диапазона высот данные о плотности электронов, получаемые по свистящим атмосферикам, не дают однозначные результаты. Это, по всей вероятности, объясняется неоднородностями плазмасферы в продольном направлении. Для выяснения этого явления требуются данные по более значительному количеству станций, поскольку географическая широта распространения определенного свистящего атмосферика может быть вычислена по данным измерений, однако, его географическая долгота не может быть вычислена.

Проводились наблюдения над *гравитационными приливами* в Потсдаме в Центральном институте физики Земли с использованием гравиметра типа Аскания BN-07 (GS-11 № 190). Наблюдения проводились по аналоговому и цифровому каналам с ноября 1978 г. по декабрь 1979 г.

В рамках австрийско-венгерского сотрудничества за первое полугодие отчетного года в Тиханьской обсерватории проводились гравиметрические наблюдения с использованием приборов Венгерского Университета и Грацкого технического института.

Проводились работы по изучению так назыв. остаточных кривых, которые получаются путем вычета из результатов измерений прилива и хода прибора моделированием лунносолнечных вариаций и с использованием фильтра левого среза. При этом, путем использования теста χ^2 и составления гистограммных кривых было обнаружено, что остаточные кривые не могут считаться как кривые случайного характера, и они содержат определенные компоненты. Спектры рядов наблюдений, подвергнутых анализу, имеют во всех случаях максимумы в пунктах $15^\circ/h$ и $30^\circ/h$, что свидетельствует о том, что при использовании стандартных методов анализа земных приливов, метеорологические факторы в значительной мере искажают параметры земных приливов, получающиеся в результате анализа. Для отношений амплитуд этот симметричный эффект может достигать 1–3% при изучении даже коротких рядов наблюдений и при обработке полугодного ряда наблюдений также может достигнуть 1%.

За последние годы проведен значительный объем статистического анализа для предсказания землетрясений. Сделанные по этим исследованиям выводы являются довольно противоречивыми. В то время, как по некоторым исследованиям сделан вывод о наличии тесной статистической связи срока происхождения землетрясения с фазой прилива, по другим исследованиям утверждается, что о такой связи даже речи не может идти. Нами проведены теоретические модельные вычисления для выяснения возможной связи лунносолнечного эффекта с землетрясениями. Были вычислены нормальные и поперечные напряжения, возникающие в мантии Земли на воздействие прилива, в зависимости от радиуса Земли. Определена зависимость напряжения лунносолнечного происхождения от азимута. Полученные результаты привели к заключению о том, что если прилив Земли играет роль в происхождении землетрясений, то его эффект зависит от нескольких факторов:

- а) в экваториальных районах приливы вызывают напряжения, значительно большие по сравнению с умеренными зонами, а в полярных районах его эффект оказывается пренебрегаемым;
- б) напряжения, вызванные приливами, оказываются максимальными по меридиональным структурным линиям, а в широтном направлении их величина на 1–2 порядка меньше;
- в) напряжения, вызванные лунносолнечным эффектом, во много раз больше по круто падающим структурным линиям, чем по плоским сбросам.

На основании вышеизложенного можно сказать, что возможность вызывания землетрясений лунносолнечным эффектом увеличивается в направлении к экватору, прежде всего по круто падающим широтным линиям сбросов.

Определено влияние приливов мировых океанов на австрийские и венгерские станции наблюдений земных приливов (таблица II). Таблица помогает проводить интерпретацию наблюдений, проведенных в рамках австрийско-венгерского сотрудничества. Из таблицы также следует, что между станцией Иннсбрук и остальными станциями должны существовать значительные отклонения в наблюдаемых волнах M_2 .

Обработка временных рядов наблюдений изменения давления проведенных предприятием ОГИЛ в нефтяных скважинах, показала, что в некоторых случаях эти изменения могут быть связаны с дилатацией, вызванной земными приливами. Если эти предположения подтверждаются в дополнительных случаях, то изучение лунносолнечной дилатации может давать дополнительные сведения об особенностях нефтеносных структур.

Палеомагнитные исследования. В результате детального терморазмагничивания гранитоидов мигматитного происхождения горы Мечек, проведенное с шагом $25-50^\circ$ было обнаружено, что остаточное намагничение является многокомпонентным. Кроме составляющих, образовавшихся при существующем в настоящее время магнитном поле, в большинстве проб имеются две устойчивые составляющие различного направления. Направление одной из них, выявляемой во всех образцах и поэтому считающейся одинаковой по возрасту самой горной породы: $\bar{D}=188,0^\circ$ $\bar{I}=18,1^\circ$, ее статистические параметры: $n=11$ $\alpha=8,1^\circ$. Это очень близко к направлению, вероятно для верхнего карбона в устойчивых Европейских тектонических пределах, но полностью не совпадает с ним.

На первоначальное намагничение наложилась составляющая, образовавшаяся при температурах на 300° более низких по сравнению с первоначальным намагничением, носителем которой является гематит, направление ее близко к направлению намагничения бостонита. В связи с этим вторичное устойчивое намагничение имеет, на наш взгляд, одинаковый с бостонитом возраст, т. е. происходит из мелового периода.

С последним совпадает также направление решающего большинства образцов гранитовых аплитов. Намагничение аплитов считается вторичным и предполагается, что его носителем является гематит, разместившийся в полевых шпатах на воздействие температуры, регионально повысившейся одновременно с вулканизмом трахидолерита-бостонита.

В результате исследований, совместно проведенных с Геофизической кафедрой Университета им. Этвеша, была построена схема смещения Задунайского среднегорья относительно геомагнитного полюса для мезозоя. Было обнаружено, что кривая кажущегося смещения полюса За-

дунайского среднегорья в мезозое совпадает с графиком, определенным для Африканской плиты, который, в отличие от устойчивого Европейского хода, образует замкнутое петло за период с триаса до верхнего мела. Однако, графики смещения полюсов для Задунайского среднегорья и для Африки не перекрывают друг друга; для того, чтобы они полностью совпали, нам необходимо предполагать вращение Задунайского среднегорья за третичный период в направлении против часовой стрелки приблизительно на 30° по отношению к Африканской плите.

При выборе образцов, взятых в районе гор Бюкк, кроме требования получить их из типовых обнажений, основной точкой зрения было их тектоническое положение. Поскольку, как показывают самые последние сведения, отложения фундамента подвергались метаморфозу фацией зеленых сланцев, определения возраста намагничения по сравнению с складками, можно было ожидать только от изучения горных пород подобного возраста но различного тектонического положения. В связи с этим анализы были сосредоточены на отложениях двух периодов: на линзы известняков верхнего карбона и на отложениях триаса (рис. 58). Тектоническое положение определялось по полевым наблюдениям, проведенным при взятии проб. Очистка естественного остаточного намагничения проводилась терморазмагничением. Поскольку температура метаморфоза должна была быть равной ок. 300° , в дальнейшем рассматривалось устойчивое намагничение для более высоких температур. Его направление было преобразовано в так назыв. систему тектонических координат, т. е. отложение и вместе с этим магнитный вектор был восстановлен в положении до происхождения смятия.

На настоящем этапе исследований можно сделать следующие выводы:

– Относительно возраста направлений линз известняков верхнего карбона по тесту смятий не получен ответ, поскольку разброс направлений приблизительно одинаков как до, так и после ввода поправок за тектонику. Кажется, что намагничение является, по существу, первичным, но направленное давление несколько изменило его.

– Для триасовых отложений тест смятия дал отрицательный результат. Следовательно, намагничение произошло после смятия и метаморфоза. Средние направления: $\bar{D}=331,2^\circ$; $\bar{I}=31,6^\circ$; $K=8$; $\alpha_{95}=21,4^\circ$, близки к триасовому направлению, определенному для Задунайского среднегорья. Из этого следует, что Задунайское среднегорье и горы Бюкк в мезозое, а также с тех пор, входили в один и тот же структурный блок, т. е. они срывались от Африканской плиты только в третичный период.

В процессе исследований, проведенных в районе палеозойских глыб, находящихся на поверхности в горах Сендрэ и в районе между горами Уппонь и Сендрэ были собраны пробы из некоторых типовых обнажений Боршодских известняковых отложений (рис. 59, 48, 49), где, подобно ра-

нее полученным результатам, намечается полное перемагничение в современном магнитном поле.

Образцы (46, 47) из гор Сендрэ, представленные на рис. 59, происходят из крыла переходной обломочной толщи, наклоняющейся в северо-западном направлении, устойчивое направления которых, при их сопоставлении с ранее полученными результатами, показывает, что направления намагничивания, определенные в районе гор Сендрэ, образовались позднее структурного преобразования.

Для образцов палеозоических глин, обнажающихся в районе между горами Сендрэ и Уппонь (рис. 59, № 50), было невозможно определить единое магнитное направление.

По *геодезической гравиметрии*, в международном сотрудничестве с чехословацкими и болгарскими специалистами, мы приняли участие в наблюдениях по Карпато-Балканскому полигону.

Для усовершенствования гравиметрических сетей была завершена разбивка пунктов гравиметрической сети П-го порядка и разработана методика измерений.

Продолжались аппаратурные исследования: в 1979 г. были начаты опытные работы для определения периодических погрешностей гравиметров типа Уорден.

Разработана система программ обработки гравиметрических данных (COPAG=Computation, Preparation and Adjustment of Gravity-measurements), разделяющаяся на две основные части. Первая часть программ подготавливает гравиметрические данные к выравниванию (COPG=Computation and Preparation of Gravity-measurements), а вторая их часть выравнивает относительные величины ускорения Δg и вычисляет окончательные значения ускорения для пунктов наблюдений. Для выравнивания применяется так называемый матрично-ортогонализационный метод. В качестве результата получают величины g пунктов наблюдения, масштабный коэффициент гравиметров, средняя погрешность подсчитанных величин, средняя погрешность весовой единицы, средние погрешности, характерные для отдельных гравиметров, а также поправки. Система программ разработана на языке ФОРТРАН.

Завершены гравиметрические наблюдения в пунктах нивелировочной сети, предназначенной для изучения движений земной коры и начаты работы по обработке и выравниванию гравиметрических данных, полученных в период с 1973 по 1979 гг.

Геофизические работы за-границей

В 1978 г. Геофизическим институтом проводились опытные геофизические работы продолжительностью одного месяца в районах бокситовых месторождений Обровац и Дрнис в Югославии. Институт проводил эти работы в качестве подрядчика, по поручению предприятия АЛУТЕРВ.

О возможности поисков и разведки бокситовых месторождений и проявлений Далмации в 1979 году составлено описание, в котором приведен и проект дальнейших геофизических работ.

Работы имели двойную цель:

1. Прослеживание бокситовой залежи в Обровацком месторождении, характеризующейся почти вертикальным залеганием, с использованием наземных геофизических методов, для заложения скважин, бурящихся для подготовки к горным работам.

2. Выяснение возможности выявления погребенных бокситовых тел, залегающих в воронках, геофизическими методами.

Наблюдения проводились в районе развития бокситовых линз, довольно детально изученных скважинами, для подтверждения эффективности геофизических методов. Для этой цели применялись следующие методы: ВЭЗ на постоянном токе, потенциальное картирование с зафиксированными электродами, на постоянном токе, многочастотное электромагнитное картирование системы ТУРАМ, метод сверхдлинноволнового радиокипа.

Геофизическое изучение югославских типичных карстовых бокситов потребовало решения весьма серьезных методических задач в связи с сложными условиями залегания. Так называемая проминанская толща, перекрывающая бокситовые тела, оказывается весьма неоднородной, ее сопротивление изменяется в пределах от 80 до 400 ом. Бокситовые воронки имеют малые размеры, сопротивление бокситов больше или одинаково с сопротивлением покровных отложений; в связи с последовательными тектоническими движениями бокситы располагаются не всегда в воронках основания высокого сопротивления. Исключительно неблагоприятные карстовые поверхностные условия затрудняют выполнение геофизических работ.

В результате опытных работ было однозначно выяснено, что методы, основывающиеся на электромагнитном принципе, позволяют выделить структурные условия и даже сравнительно малые по размерам прогибы основания на глубинах до 150 м. (см. рис. 45). Применение прямоточных методов для изучения малых глубин не рекомендуется. Возможность их применения для изучения глубин, превышающих 150 м, необходимо выяснить опытными работами.

* * *

В 1979 г. были завершены работы по обработке и интерпретации данных гравиметрической съемки, проведенной в 1977–78 гг. в северо-западной части Ирана, в горах Шабалан. Исследования, проведенные здесь по поручению правительства Ирана, представляли собой часть проекта геотермических исследований. Задачей было изучение глубинной структуры вулканических гор Шабалан и выявление наличия здесь интрузивных магматических комплексов. За два сезона наша экспедиция замерила 1800 гравиметрических станций, в основном в трудно доступных высокогорных районах.

В процессе машинной обработки данных, по данным профильной съемки, а также по данным анализа образцов горных пород, были построены карты первичных и вторичных аномалий. Положительные аномалии карты остаточных аномалий отображают интрузивные массивы (андезиты, базальты), характеризующиеся повышенными величинами плотности, а отрицательные остаточные аномалии – межгорные впадины, заполненные толщами туфов. Границы массивов отмечаются структурными линиями, четко выделяющимися по карте вторых производных.

* * *

Разведочные работы в Монголии проводились нами в рамках Международной геологической экспедиции, созданной странами-членами СЭВ. Со стороны ВНР в качестве главного предпринимателя, Геофизический институт управлял работой партии геологического картирования (Геологический институт) и геофизической партии в составе 24 человек.

Решаемые геофизические задачи сводятся к следующему:

- а) Параллельно геологическому картированию масштабов 1 : 200 000 и 1 : 50 000, проводящемуся в районе Северо-керленского поднятия и вдоль Керлена, проведение региональной геофизической съемки [гравиметрическим, электроразведочным и сейсморазведочным (КМПВ) методами] для выяснения макроструктурных условий и для выделения геофизических аномалий, перспективных для полезных ископаемых;

- б) Проведение детальной комплексной геофизической съемки для прослеживания погребенных структур, с одной стороны и для выделения перекрытых гидротермальных зон с использованием электроразведочных (ВЭЗ, ВП), сейсморазведочного, магнитометрического, радиометрического и микрогравиметрического методов – с другой.

В процессе региональных исследований, в период с 1976 по 1979 гг. была составлена карта аномалий Буге, подсчитанных по терм различным величинам плотности, для района площадью ок. 32 000 км² и завершена также вторичная их обработка.

Детальная съемка помогла проследить перекрытые гидротермальные зоны в районах флюоритовых индикаций и месторождений, а также очертить перспективные участки в районе с индикациями редких металлов и свинцово-медных руд, а изучение графиков метода ВП позволило выявить тип оруденения.

Комплекс геофизических наблюдений был дополнен каротажными работами в картировочных и поисковых скважинах.

* * *

Существующий фонд *Библиотеки* состоит из 21 948 книг и журналов, а также 30 821 прочего издания. За 1979 г. фонд был увеличен на 514 книги, 425 выпусков (1977 шт) журналов, 1568 документационных изданий и 375 проспектов приборов. В рамках международного обмена публикациями было получено 466 изданий и выслано 746 изданий Института в 59 стран в 569 адресов. Фонд журналов был увеличен на 11 новых журналов.

За отчетный год Библиотека обслуживала 5573 читателя/абонента.

Подготовлен к печати и издан *Годовой отчет Геофизического института за 1978 г.*

Издан второй выпуск Бюллетеня Рабочей группы 3.3 КАПГ (Изучение земных приливов).



Egyetemi Nyomda — 80.6053. Budapest, 1981.

Felelős vezető: Sümegi Zoltán igazgató

